



EESTI MAAÜLIKOOL
Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Gerda Kirs

KIHULASTE (*SIMULIIDAE*) MITMEKESISUS EESTIS
BLACKFLY (*SIMULIIDAE*) DIVERSITY IN ESTONIA

Bakalaureusetöö
Vee- ja maismaa ökosüsteemide rakendusbioloogia õppekava

Juhendajad: vanemteadur Olavi Kurina PhD
doktorant, nooremteadur Heli Kirik MSc

Tartu 2021

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Autor: Gerda Kirs		Õppekava: Vee- ja maismaa ökosüsteemide rakendusbioloogia	
Pealkiri: Kihulaste (<i>Simuliidae</i>) mitmekesisus Eestis			
Lehekülgi: 56	Jooniseid: 12	Tabeleid: 4	Lisasid: -
Osakond: Põllumajandus- ja keskkonnainstituut ETIS-e teadusvaldkond ja CERC S-i kood: Entomoloogia B250 Juhendaja(d): Olavi Kurina, Heli Kirik Kaitsmiskoht ja -aasta: Eesti Maaülikool 2021			
<p>Kihulased (<i>Simuliidae</i>) on suureks nuhtluseks nii inimestele kui loomadele põhjustades märkimisväärset majanduslikku kahju suurte parvede moodustamise, vere söömise ja haigustekitajate siirutamise kaudu. Eesti kihulaste liikide kohta on teada väga vähe. Käesoleva töö eesmärkideks oli (1) koostada kaasaegne Eesti kihulaste nimestik ja diskuteerida siin potentsiaalselt levivaid kihulaste liike, (2) esitada eestikeelne põhjalik kirjeldus kihulaste morfoloogiast ja bioloogiast ning (3) luua eesti liikidel põhinev määramistabel. Töö autor viis läbi uuringu erinevate kirjandusallikate ja andmebaaside põhjal ning võrdles Eesti kihulaste liigirikkust naaberriikidega (Läti, Leedu, Rootsi, Soome ja Venemaa). Lisaks tegeleti laboratoorselt eelnevalt püütud kihulaste valmikutega ning määrati neid, et koostada kihulaste morfoloogiline ülevaade ja illustreerida töö originaalfotodega. Töö tulemustes selgus, et Eestis on kokku 20 liiki kihulasi 2 perekonnast ja 9 alamperekonnast. Naaberalade fauna analüüsi tulemusel võib oletada, et vähemalt üks kolmandik liikidest on Eestis veel siiani sedastamata ja et kihulaste liigiline koosseis Eestis sarnaneb lähiriikide kooslustega, aga on liike, kelle jaoks on siin levikupiir. Võrreldes Remmi (1955, 1959) ja Maavara (1956) andmetega, on praeguseks teada Eestis 5 uut liiki kihulasi. Töö autor leiab, et tulevikus oleks kindlasti vaja põhjalikumalt uurida Eestis levivaid kihulaste liike. Tuleks korraldada püüke üle kogu Eesti: erinevates piirkondades ning mitmel järjestikusel aastal, et koguda täiendavaid teadmisi, kas ja missuguseid haigustekitajaid kihulased Eestis levitada võivad ning millistel tingimustel võivad aset leida massilised rünnakud kariloomadele.</p>			
Märksõnad: kihulased, <i>Simuliidae</i> , <i>Simulium</i> , liigirikkus, vektorid			

Estonian University of Life Sciences		Abstract of Bachelor's Thesis	
Kreutzwaldi 1, Tartu 51014			
Author: Gerda Kirs		Curriculum: Applied Biology of Terrestrial and Aquatic Ecosystems	
Title: Blackfly (<i>Simuliidae</i>) diversity in Estonia			
Pages: 56	Figures: 12	Tables: 4	Appendixes: -
Department: Institute of Agricultural and Environmental Sciences Field of research and (CERC S) code: Entomology B250 Supervisor(s): Olavi Kurina, Heli Kirik Place and date: Estonian University of Life Sciences 2021			
<p>Blackflies (<i>Simuliidae</i>) can cause serious economic problems and health issues as a nuisance to human as well as livestock, and as bloodsuckers and vectors of some pathogens. Only few incomplete manuscripts, book chapters and articles have mentioned Estonian blackfly species and there is no comprehensive species list for these insects. The purpose of this study is to describe the currently known Estonian blackfly species and discuss species that are potentially present, create an Estonian language summary of blackfly morphology, anatomy and biology and create an identification key for the local subgenera. The author of this work conducted the study based on literature and databases, comparing Estonian blackfly fauna with neighbouring countries (Latvia, Lithuania, Sweden, Finland and Russia). Additionally, previously collected blackflies were identified in the laboratory for illustrations and morphological overview. This study showed that there are 20 species of blackflies belonging to 2 genera and 9 subgenera in Estonia. According to the analysis of neighbouring countries, the author of this work can assume that one third of blackfly species in Estonia have not been discovered yet and that Estonian diversity is generally similar to neighbouring countries, but there are a few species whose distribution ends in Estonia due to the geographical location. Comparing the results of this work with previous ones by Remm (1955, 1959) and Maavara (1956), 5 new species of blackflies are now reported in Estonia. The author of this bachelor's thesis finds that there is a need for a more thorough study. In the future, blackflies should be collected in several consecutive years in different regions of Estonia to better understand the interactions between the distribution of Estonian blackfly species and possible pathogens.</p>			
Keywords: blackflies, <i>Simuliidae</i> , <i>Simulium</i> , species diversity, vectors			



Hobukihulane *Simulium (Wilhelmia) equinum* (Linnaeus, 1758) (autori foto)

SISUKORD

SISSEJUHATUS	6
1. KIHULASTE ÜLDISELOOMUSTUS	9
1.1 Päritolu ja levik.....	9
1.2 Süstemaatika	10
1.3 Morfoloogia ja anatoomia.....	12
1.4 Bioloogia	18
1.4.1 Valmikueelsed arengustaadiumid.....	18
1.4.2 Valmikud.....	19
1.4.3 Kihulaste edasikantavad haigused.....	21
1.4.4 Tõrje ning looduslikud vaenlased	22
1.4.5 Ökoloogiline ja antropoloogiline tähtsus.....	23
2. MATERJAL JA METOODIKA	25
2.1 Ettevalmistustööd	25
2.2 Laboratoorsed tööd	26
3. TULEMUSED	27
3.1 Eestis esinevad kihulasliigid	27
3.2 Eestis esinevate kihulaste lühikirjeldused	31
3.3 Eesti kihulaste emaste valmikute alamperekondade määramistabel	34
3.4 Lähiriikides esinevad liigid	37
4. ARUTELU.....	43
KOKKUVÕTE.....	46
SUMMARY.....	48
TÄNUAVALDUSED.....	50
KASUTATUD KIRJANDUS	51

SISSEJUHATUS

Putukad (*Insecta*) on suurim elusorganismide rühm maailmas, hõlmates ligikaudu 75% kõikidest loomaliikidest (Resh & Cardé, 2009). Putukad on olulised nende mitmekesisuse ja ökoloogilise rolli poolest ning mõju tõttu põllumajandusele, inimese tervisele ja loodusvaradele (Scudder, 2017). Hinnanguliselt jääb putukate liigirikkus vahemikku 2–80 miljonit (Stork, 1993; Erwin, 2004), kuid hetkel on kirjeldatud umbes 1.06 miljonit putukaliiki (Stork, 1988, 1993; May, 1990; Hammond, 1992). Eestis on praeguseks teada üle 12 tuhande putukaliigi, samas arvatakse, et ligikaudu 45% on veel avastamata (Jürivete et al., 2009). Putukad loovad kõikide maismaa ökosüsteemide aluse (Scudder, 2017). Nad osalevad toitainete tsüklis, tolmeldavad taimi, levitavad seemneid, aitavad säilitada mulla struktuuri ja viljakust, on toiduallikaks paljudele teistele liigirühmadele ning reguleerivad erinevate elusorganismide populatsioonide arvukust (Majer, 1987). Putukatega seotud toiduvõrgud võivad olla keerukad (Elkington et al., 1996; Liebhold et al., 2000) ning põhjustada ootamatut mõju inimeste tervisele (Scudder, 2017) haigustekitajate ehk patogeenide levitamise kaudu. Haigustekitajate edasikandmisega seotud liigid kuuluvad nelja putukate seltsi: *Phthiraptera* (väivilised ja täilised kokku liidetuna), kirbulised (*Siphonaptera*), lutikalised (*Heteroptera*) ja kahetiivalised (*Diptera*). (Rodhain, 2015)

Kahetiivaliste liigirohkus on muljet avaldav: maailmas on teada ligi 160 000 liiki (Borkent et al., 2018), Eestis üle 2900 liigi (Kurina, 2012). Nagu teistegi putukarühmade puhul, arvatakse ka nende tegelik liigirikkus maailmas olevat mitu korda suurem (Kurina, 2019). Oma eluviisilt on kahetiivalised üks mitmekesisemaid putukaseltse, kuid sugukondade uurituse tase Eestis on äärmiselt ebaühtlane. Olemasoleval andmestikul on hulk puudusi:

- 1) see on siiani laialipaisatuna üksikuid sugukondi käsitlevates publikatsioonides ning erinevalt naabermaadest puudub meil kahetiivaliste koondnimestik; Eesti liikide leiuandmestikku koondav andmebaas eElurikkus (2018) on kahetiivaliste osas kesine, sisaldades andmeid ligi 45% Eestis praeguseks sedastatud liigi kohta;
- 2) enamiku liikide puhul on andmed binaarsed (esineb/ei esine), puuduvad teadmised liikide bioloogia ja arvukustrendide kohta;

3) suur osa liike on teada 1–2 kollektsooniisendi põhjal, mis ei luba ka näiteks nende võimalikule ohustatusele pädevat hinnangut anda. (Kurina, 2019)

On teada seitse rühma kahetiivalisi, kes toituvad selgroogsete verest ehk on hematofaagilised ja võivad toimida haigustekitajate vektoritena: alamsugukond *Phlebotominae* (ingl *sandflies*), pistesääsklased (*Culicidae*), habesääsklased (*Ceratopogonidae*), parmlased (*Tabanidae*), tsetsekärbeste perekond *Glossina*, raudkärbelased (*Hippoboscidae*) ja kihulased (*Simuliidae*). (Rodhain, 2015)

Üle kogu maailma on teada vähemalt 2000 liiki kihulasi, esinedes kõikidel mandritel peale Antarktika (Currie & Adler, 2007). Pistesääskedest erinevad nad oma lühemate ja tugevamate jalgade ning lühikeste suiste poolest (Remm, 1984). Kihulaste sugukond on üks enim tähelepanu ärritanud putukarühmasid magevee lüljalgsete seas (Currie & Adler, 2007) emaste kihulaste püsisoojaste organismide vere söömise tõttu, põhjustades märkimisväärset kahju inimestele ja nende majanduslikule heaolule (Crosskey, 1990). Nad on võtmeorganismideks nii vee kui maismaa ökosüsteemides, eriti Nearktise ja Palearktise piirkonna boreaalsetes bioomides (Malmqvist et al., 2004). Kihulased on ökoloogiliselt muutumas aina olulisemaks, kuna neil on tõendatud roll mitmete parasiitide vektoritena. Näiteks Põhja-Ameerikas, Suurbritannias ja mitmetes teistes paikades üle maailma on nad mitmesuguste perekond *Leucocytozoon* liikide (eosloomad *Sporozoa*) levitajad. (Baker, 1958; Bennett & Fallis, 1960)

Kihulased on Balti riikidest kõige paremini uuritud Leedus, andmed Läti ja Eesti kohta on puudulikud (Aibulatov, 2009; Pichler-Scheder & Pichler-Scheder, 2009). Eesti kohta on varasemalt teada vaid üksikud käsikirjad, raamatupeatükid ja artiklid, kus mainitakse kihulaste liike (Remm, 1955, 1959; Maavara, 1956). Uusimad andmed pärinevad Adler (2020) ja C. Pichler-Scheder & M. Pichler-Scheder (2009) töödest. Kihulaste liigilist koosseisu ja nende levikut ei ole viimastel aastakümnetel summeeritud ja Eesti kohta puudub kaasaegne kihulaste nimestik. Siiani ainus spetsiaalne nimestik on käsikirjaline ning see on koostatud ligi 70 aasta eest (Remm, 1955). Populaarteaduslikus kirjanduses, aga ka päevauudistes ja ametlikes teadaannetes piirdutakse kihulastest rääkides enamasti sugukonna tasemega (Eesti Põllumajandusministeerium, 2005). Vanemas teaduskirjanduses on kajastatud paljud liigid tänapäeva mõistes sünonüümsete nimedega, samuti on erinevusi ja ebakõlasid erinevate autorite käsitlustes, eriti kui võrrelda Ida-Euroopa ja „lääne“ autorite töid. Seetõttu on oluline korrastada informatsioon Eesti kihulasfauna kohta. Tulenevalt

geograafilisest asukohast parasvöötmes, üleminekuvööndis mereliselt kliimalt mandrilisele, võib oletada, et kihulaste liigiline koosseis sarnaneb lähiriikide kooslustega, kuid osade liikide jaoks on siin levila piir.

Käesoleva töö eesmärkideks on:

- 1) anda kirjanduse baasil ülevaade kihulaste anatoomiast, morfoloogiast, bioloogiast ja nende levitatavatest haigustekitajatest;
- 2) analüüsida avalike andmebaaside ja kirjandusallikate põhjal Eesti ja lähiriikide kihulaste liigilist koosseisu ning koostada Eesti kihulaste nimestik;
- 3) koostada Eestis esinevate kihulaste määramistabel alamperekondade tasemeni ning anda liigirühmade kirjeldused.

1. KIHULASTE ÜLDISELOOMUSTUS

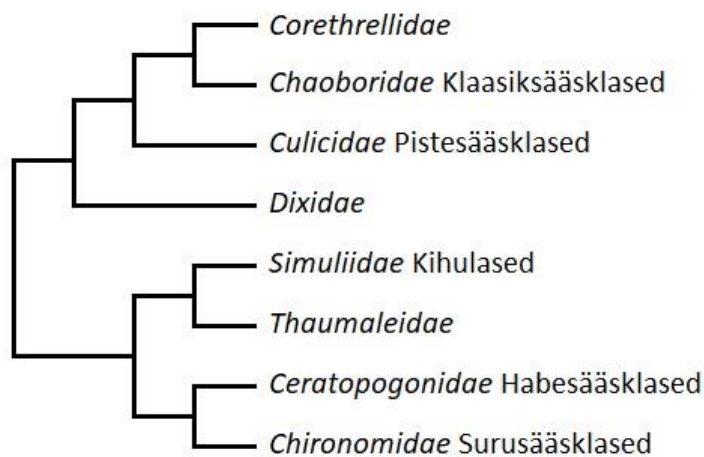
1.1 Päritolu ja levik

Kihulaste kohta on vähe fossiilandmeid (Jedlička & Stloukalová, 1997). Esimeseks tõendiks on *Simulimima* Kalugina nukk (originaalis kirjeldatud sugukonda *Eoptychopteridae*), mis pärineb Kesk-Juurast (180–159 miljonit aastat tagasi) ja on tänapäevase perekonna *Prosimulium* Roubaud tunnustega (Sealsamas). Järgmiseks fossiilseks tõendiks on kihulase vastne, mis pärineb Alam-Kriidist (142–90 miljonit aastat tagasi) (Sealsamas). Hilisemaid põhjapoolse levikuga liike on kirjeldatud Läänemere merevaigust (näiteks *Simulium* (*Hellichiella*) *oligocenicum* Rubtsov, 1936) (Sealsamas). Täiskasvanud kihulaste fossiilseid osi on leitud ka Pleistotseenist (2.5–0.01 miljonit aastat tagasi) (Crosskey & Taylor, 1986). Kihulastega suguluses olevate taksonite fossiilsete andmete põhjal võib oletada, et nad on tegelikult tunduvalt vanemad, pärinedes Permi ajastust hilises paleosoikumis või Triiase ajastust varajases mesosoikumis (ligikaudu 252 miljonit aastat tagasi) (Currie & Adler, 2007).

Kihulased on levinud üle kogu maailma (Rodhain, 2015), asustades peaaegu kõiki suuremaid saarestikke, välja arvatud Hawaii ja Falklandi saared ning mõned isoleeritud kõrbeoasid (Currie & Adler, 2007). Neid on leitud Andidest 4500 meetri kõrguselt üle merepinna (Rodhain, 2015). Eriti rohkesti võib neid leida kiirevooluliste jõgede lähedal, kus arenevad nende vastsed (Remm, 1984). Parasvöötmes võib kihulaste valmikuid kohata eelkõige siis, kui toimub täiskasvanute nukust väljumine ehk aprilli algusest kuni septembri lõpuni (Rubtsov, 1990).

1.2 Süstemaatika

Kihulased on suhteliselt väike ja struktuurilt homogeenne sugukond kahetiivaliste (*Diptera*) seltsis, sääseliste (*Nematocera*) alamseltsis. Kõige lähemalt on nad suguluses *Thaumaleidae* sugukonna, habesääsklaste (*Ceratopogonidae*) ja surusääsklastega (*Chironomidae*), kes kõik kokku moodustavad ülemsugukonna *Chironomoidea*, kuuludes infraseltsi *Culicomorpha* (joonis 1). (Currie & Adler, 2007)



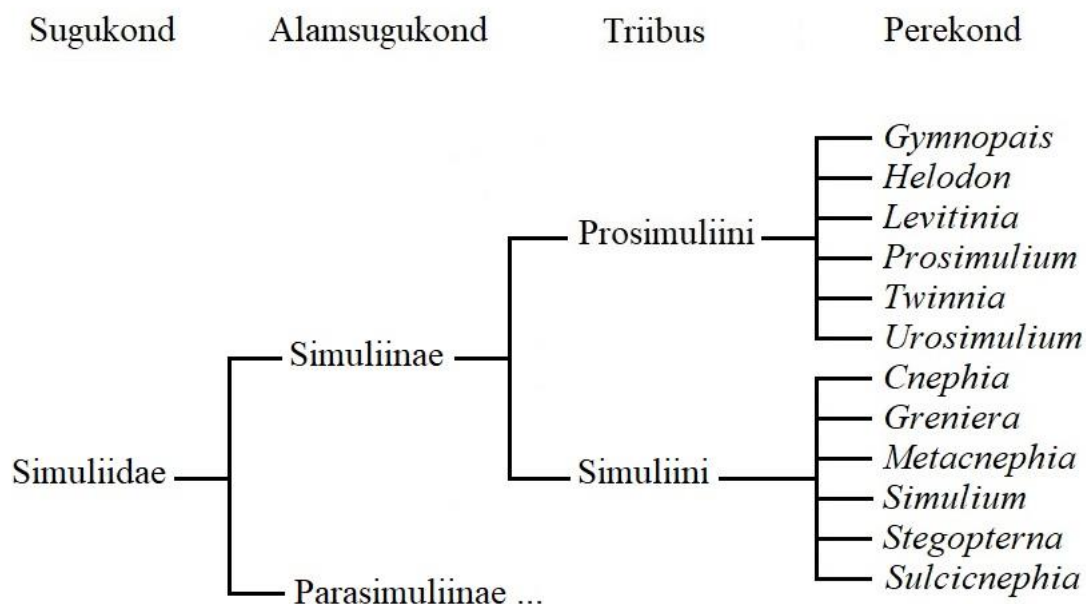
Joonis 1. Infraselts *Culicomorpha* fülogeneesi puu Wiegmanni ja Yeates'i (2017) järgi kohandatud.

Sugukonna tasemel peetakse kihulasi *Chironomidae* + *Ceratopogonidae* sõsarühmaks *Chironomoidea* sees (Jedlička & Stloukalová, 1997). Kihulased koos mitmete pistesääsklastega, on mageveeorganismide seas ainulaadsed selle poolest, et nende taksonoomia uurimisel on suuresti kaasa aidanud vastsete siidinäärmetes esinevate suurte polüteeni-kromosoomide vöödistusanalüüs (*band-by-band analysis*), mis on tsütogeneetiline meetod. Sel moel on olnud varasemalt võimalik morfoloogiliselt väga sarnaseid liike eristada. (Currie & Adler, 2007)

Tänapäeval on kasutust leidnud liikide tuvastamine DNA kodeerimise alusel (Currie & Rivera, 2009), mis põhineb mitokondriaalse geenilookuse COI (tsütokroom c oksüdaas allüksus 1) sekveneerimisel (Ruiz-Arrondo, et al., 2018). COI on loomariigis kujunenud peaaegu universaalseks liikide määramise markeriks (nn triipkoodiks) (Hebert, et al., 2003). Eriti kasulikuks meetodiks on see osutunud taksonoomiliselt keeruliste rühmade uurimisel,

kus morfoloogial põhinev identifitseerimine on krüptilise mitmekesisuse või fenotüüpse plastilisuse tõttu ebaõnnestunud. Kihulased on heaks näiteks, kuidas DNA-põhise identifitseerimise rakendamisega saab tõhustada organismide liigi tasemel määramist. (Currie & Rivera, 2009) Näiteks BOLD andmebaasis on ligi 20 700 sekveneeritud kihulaseisendit 600st liigist (Ratnasingham & Hebert, 2007).

Palearktises on kõige rikkalikum kihulasfauna (Jedlička & Stloukalová, 1997), teadaolevalt 12 perekonda 699 liigiga, sealhulgas 6 *Prosimuliini* triibuse perekonda 77 liigiga ja 6 *Simuliini* triibuse perekonda 622 liigiga (Currie & Adler, 2007; joonis 2). Alamsugukond *Parasimuliinae* liike Palearktises pole, neid leidub vaid Nearktises (Adler, 2020).



Joonis 2. Kihulaste Palearktises esinevad perekonnad (autori joonis).

Varasemad taksonoomiaalased tööd lubavad arvata, et tänapäeval tunnustatud liiginimede hulgas on tõenäoliselt palju sünonüüme (Currie & Adler, 2007). Oletatakse, et paljud morfoloogiliselt eristatud liigid moodustavad hoopis liigikomplekse (Rothfels, 1987), sisaldades mitmeid krüptilisi ja pseudokrüptilisi liike. Paljude liikide kohta puuduvad siiani nii kariotaksonoomilised kui uuemad molekulaarsüsteematilised uuringud. (Jedlička & Stloukalová, 1997)

Kihulaste puhul ei ole veel koostatud kõikehaaravat põlvnemispuud, vähemalt pole ühtegi sellist, mis oleks rekonstrueeritud selgesõnaliselt fülogeneetilises raamistikus (Currie & Adler, 2007). Ajalooliselt on kihulaste süstemaatikas olnud esindatud kaks kohati vastandlikku suunda: 1) paljude väikeste perekondade tunnustamine Rubtsovi hilisematest töödest (näiteks Rubtsov ja Yankovsky, 1984); 2) Crosskey (1969, 1987) väljapakutud ja nüüdseks peaaegu üldtunnustatud seisukoht – suuremad perekonnad ja Rubtsovi perekondadele alamperekonna staatuse andmine. Koolkonnad erinevad ka alamsugukondade arvu poolest. Crosskey (1987) aktsepteeris kahte alamsugukonda: *Parasimuliinae* ja *Simuliinae* (koos kahe triibusega *Prosimuliini* ja *Simuliini*), seevastu Rubtsov tunnustas nelja alamsugukonda, andes alamsugukonna staatuse perekonnale *Prosimulium* ja kirjeldas alamsugukonna *Gymnopauidinae*. Järgnevalt, Adler *et al.*, (2004) esitasid holarktiliste kihulaste perekondade ning alamperekondade kladistilise analüüsi ja Moulton (2000) tõlgendas molekulaarse järjestuse analüüsi põhjal liigiüleseid suhteid. Mõlemas uuringus leidis kinnitust sugukonna jagunemine kaheks alamsugukonnaks: *Parasimuliinae* ja *Simuliinae*; seda süsteemi on ka käesolevas töös kasutatud.

1.3 Morfoloogia ja anatoomia

Nagu kõigil teistel täismoondega putukate rühmadel, on ka kihulastel neli peamist arengustaadiumit: muna, vastne, nukk ja täiskasvanu (Currie & Adler, 2007).

Vastsed on vorstikujulised organismid, kellel on hästi sklerotiseerunud väline peakapsel (joonis 3H) (Currie & Adler, 2007). Enamikul liikidel on vastse pea varustatud filtreerimisorganiga (*flabella*) (joonis 3I). Suised on suured ja lehvikukujulised (Timm, 2015), moodustudes ülahuulest (*labrum*), alalõugadest (*maxillae*), ülalõugadest (*mandibulae*), *hypopharynx*'ist (keeletaoline struktuur suu põhjas, mille kaudu süljenäärmed juhivad sülge) ja alahuule (*labium*) kompleksist (Rubtsov, 1990; Jedlička & Stloukalová, 1997). Keha segmentideks jaotumine on ebaselge (Rubtsov, 1990). Munadest väljunud vastsed kinnituvad kohe substraadile oma keha tagaosa abil (Remm, 1984), mis on jämedam kui eesosa, mille lõpus on ogakestest iminapp (joonis 3F-G) (Timm, 2015) ning millel on konksukesed ja tugev lihastik (Remm, 1984).



Joonis 3. Kihulase vastne. F – küljelt, G – tagakeha ots, H – pea küljelt, I – pea ülalt (Timm, 2015).

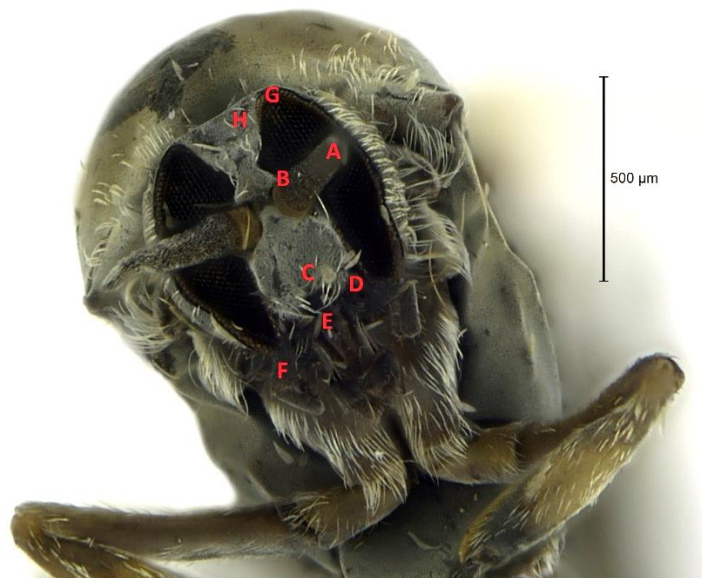
Täisküps vastne (*pharate pupa*) koob spetsiaalsest võrgunäärme sekreedist tupekujulise kookoni ja keerutab end selle sisse, et seal nukkuda (Remm, 1984; Currie & Adler, 2007). Nukkumisprotsess leiab aset lühikese aja jooksul vees (Remm, 1984). Nukk on kuni 5 mm pikkune (Timm, 2015), jalad tugevalt keha külge kinnitunud (Jedlička & Stloukalová, 1997). Kookoni kuju (joonis 4) võib varieeruda, kuid nuku kuju viitab täiskasvanud isendi kujule (Rubtsov, 1990; Currie & Adler, 2007). Lõpused on enamasti pikad ja väljaulatuvad (Timm, 2015). Nukukestast lahkumisel ümbritseb valmik end õhupõiega, mille sees tõuseb pinnale ja väljub veest täiesti kuivana. Valmikud ilmuvad umbes 1,5–2 nädalat pärast nukkumist. (Remm, 1984)



Joonis 4. Kihulaste nukkude kookoni kujud (Timm, 2015).

Kihulaste täiskasvanud ehk valmikud on väikesed, jõulised ja küürselgsed 1.2–6 mm pikkused, varustatud sigarikujuliste tundlatega (*antennae*) (Jedlička & Stloukalová, 1997; Currie & Adler, 2007). Palearktise liikide värvus varieerub enamasti mustast kuni mustjas-pruuni või tume hallini (üksikud mitte-Palearktise liigid on ka kollased või oranžid). Pea on ortognaatne ehk õguloogne. Rindmik (*thorax*) on tugev ja lühike; jalad lühikesed ja tugevad; tiivad lühikesed, laiad ning tugevate eesmistest tiivasoontega. Tagakeha on piklik, anterioorselt lai, koosneb sklerotiseerunud selgmistest tergiitidest, membraanilistest külgsplaatidest (*pleurae*) ja kõhtmistest sterniitidest (*sternum*). Hemolümf on värvitu. (Jedlička & Stloukalová, 1997)

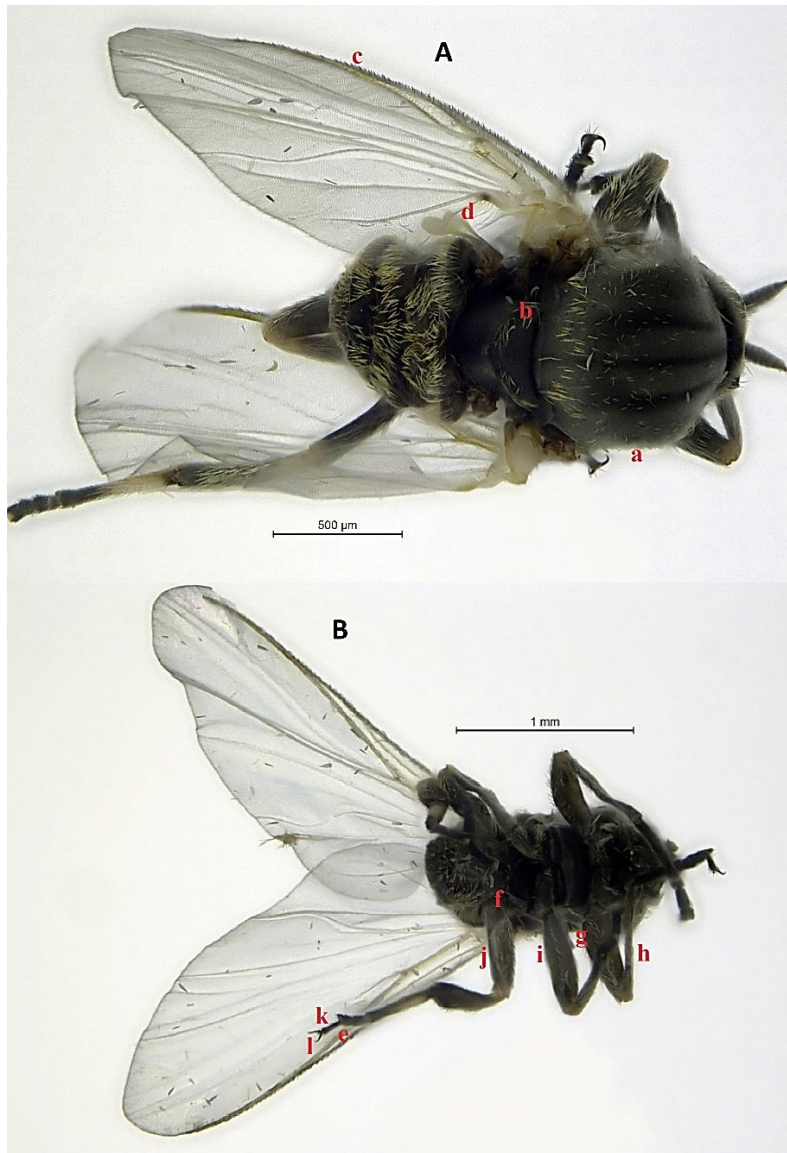
Pea on ümmargune, isastel alati suurem kui emastel (Rubtsov, 1990), laiust rohkem kui pikkust (Jedlička & Stloukalová, 1997). Emaste liitsilmad (joonis 5H) väikesed, eraldatud otsmiku (joonis 5I) kohal ning koosnevad ühtlase suurusega fassettidest (Rubtsov, 1990). Isaste silmad on seevastu suuremad, omavahel ühendatud frontaalse õmblusega, tavaliselt kahte tüüpi fassettidega (Sealsamas). Lühikesed, paksud, sigari-kujulised tundlad (joonis 5A), mis paiknevad näo keskel, koosnevad tavaliselt 9–11 lülist (Remm, 1984; Jedlička & Stloukalová, 1997). Peditsellil (joonis 5B) ehk tundlate teisel aluslülil paikneb peaaegu märkamatu sensoorne Johnstoni organ (*Johnston's organ*), mille abil tajutakse helilaineid (Jedlička & Stloukalová, 1997). Emaste näokilp (joonis 5C) on suur, kumer ja ristkülikukujuline, ulatudes pea servani. Isastel väike, peaaegu kolmnurkne (Sealsamas). Suuosad on emastel ja isastel samuti erinevad (Sealsamas): emaste lühike nokk saagivate ülalõugade (joonis 5D) ja rebivate alalõugadega on hästi kohastunud loomade naha läbipistmiseks (Remm, 1984). Suueesne ruum (*cibarium*) toimib imemispumbana (Jedlička & Stloukalová, 1997). Silinderjas kärss (*proboscis*) on lühike ja paks, lühem pea pikkusest (Sealsamas). Toidukanal on välja kujunenud ülahuulest (*labrum*) (joonis 5F) ja ülalõuast, süljekanal on välja kujunenud ülalõuast ja alakergist (*hypopharynx*) (Sealsamas). Ülahuule peal paikneb *epipharynx*'i organ, mille peamiseks ülesandeks on esmase torke tegemine peremeesorganismi (Rubtsov, 1990). Alalõuakobijad (*palpus maxillaris*) (joonis 5G) on viiesegmendilised, kärsast pikemad (Jedlička & Stloukalová, 1997), tõenäoliselt funktsiooniga leida peremeesorganismi peal hammustamiseks sobilik koht. Kobija teisel segmendil asub kemosensoorne Lauterborni organ, mis on kihulastel hästiarenenud ja eristatav teatud liikidel suuruse, kuju ja sensoorsete augukeste arvu järgi; isastel siiski vähem arenenud ja liigiti ühtlasema kujuga kui emastel. (Rubtsov, 1990)



Joonis 5. Emase kihulase pea. A – tundel, B – tundla II aluslülili (peditseili) C – näokilp, D – ülalõug, E – ülahuul, F – alalõuakobija, G – liitsilm, H - otsmik (autori joonis).

Rindmik on suhteliselt lühike (Rubtsov, 1990), tavaliselt kõrge, isastel rohkem dorsaalselt kaarjas kui emastel (Jedlička & Stloukalová, 1997); iseloomulik on hästi arenenud *mesonotum* (rindmiku keskosa), keskmine epimeer ja *episternum* (kehalüli külgosa), mille lai membraan jagab *episternum*'i kaheks skleriidiks (Rubtsov, 1990). Keskseilg (*scutum*) (joonis 6a) on suur ja kumer, kitsaste paratergiitidega (*paratergites*), tihedalt kaetud lühikeste peenikeste harjastega (*setae*), mõnikord hõrepüstiste harjaste või lamendunud soomustega (Jedlička & Stloukalová, 1997). Kilbike (*scutellum*) (joonis 6b) on peaaegu kolmnurkne, mõõdukalt lai, tihedalt kaetud pikkade karvakestega (Sealsamas). *Postnotum* (rindmiku tagumine osa) on mõõdukalt suur, kumer ja sujuv, koos mediaalse pikisuunalise harjaga (Sealsamas). *Episternum*'i ülemisel osal (*anepisternum*) on suur pleuraalne membraan, mis on suurem kui kahetiivalistel tavaliselt; enamasti paljas, kuid vahel kaetud karvakestega (Sealsamas). Keskrindmiku epimeeril (*mesepimeron*) on harjaste tutt (välja arvatud perekonnal *Parasimulium*) (Sealsamas). Keskseiljal on alati karvakesed, kuid need varieeruvad märkimisväärselt suuruse, tiheduse ja värvi poolest erinevate liikide ja liigirühmade vahel. Tiivad (joonis 6c) on laiad ja lühikesed (Rubtsov, 1990), suure anaalosaga (Jedlička & Stloukalová, 1997). Tiibade eesmised sooned on torukujulised ning

tugeva kontuuriga (C, R/R1, Rs, M), avatud sooned nõrgad (M1, M2, Cu1, Cu2, A1, A2) (Jedlička & Stloukalová, 1997). Vaid primitiivsetel perekondadel (näiteks *Prosimulium*'il) on tipu lähedalt harunev Rs (Sealsamas). Cu2 on enamasti S-tähekujuline, ülejäänud pikad sooned on sirged (Sealsamas). Puhkeolekus asetatakse tiivad horisontaalselt üksteise peale (Remm, 1984). Sumistid ehk halteerid (joonis 6d) on hästiarenenud, nuiakujulised, mõõdukalt pikad; värv varieerub märkimisväärselt valkjaskollasest kuni pruunikas-mustani; isastel tavaliselt erksamad ja tumedamad. (Rubtsov, 1990)



Joonis 6. Kihulane pealtvaates (A) ja altvaates (B). a – keskselg, b – kilbike, c – tiib, d – halteer, e – käpp, f – puuslüli, g – eesjalg, h – säärel, i – keskjalg, j – tagajalg, k – *basitarsus*, l – küünised (autori joonis).

Jalad on lühikesed ja tugevad, kõik kolm paari sarnased, kuid suuruselt varieeruvad, välja arvatud käpad (*tarsi*) (joonis 6e) (Rubtsov, 1990). Puusad (*coxae*) (joonis 6f) on lühikesed, paksud ja värvus liigiti varieeruv (Sealsamas). Eesjalgade (joonis 6g) sääred (joonis 6h) on ühe tipmise kannusega, keskjalad (joonis 6i) ja tagajalad (joonis 6j) kahega. Käpa esimene lüli (*basitarsus*) (joonis 6k) on kõikidel jalgadel pikenenud. Eesjalgade käpa baaslüli on paljudel kihulase-liikidel lateraalselt lamendunud. Tagajalgade käpa baasülid on emastel kitsad, paljude liikide isastel (näiteks perekond *Simulium*) paksenenud ja tihti koos *calcipala*'ga (tagumise käpa *basitarsus*'e väljasopistus/jätke). Teine ja kolmas tarsomeer on lühikesed, teatud perekondadel on tagajalgadel *pedisulcus* (käpa 2. lüli sissesopistus/vagu). Nii *calcipala* kui ka *pedisulcus*'e olemasolu varieerub perekonniti; hästiarenenult esinevad perekond *Simulium* liikidel, kuid puudub *Prosimulium* perekonnas. Neljas tarsomeer on südamekujuline, viienda tarsomeeri tipus on küünised (joonis 7l), mis on soospetsiifilised; emastel on rohkem kaardus kui isastel; imetajatega seotud liikidel võib esineda ka basaalne hammas. Isaste küünised on kaetud kõverate piidega, mis on vihmavarjukujulised haaratsid. Jalgadel on ühteteist erinevat tüüpi sensille erinevate funktsioonidega. (Jedlička & Stloukalová, 1997)

Tagakeha (joonis 7) on piklikovaalne, otsa suunas veidi kitsenev, 10-segmendiline (Rubtsov, 1990; Jedlička & Stloukalová, 1997). Tergiidid ja sterniidid on lühikeste karvakestega, pleuraalses piirkonnas võib vahel olla pikki karvakesi või soomuseid (Jedlička & Stloukalová, 1997). Esimene tagakeha tergiit on selgesti märgatav, jagatud kolmeks skleriidiks, koos pikkade narmastega (Rubtsov, 1990). Kaheksas sterniit on seotud väliste suguelundite (*terminalia*) moodustumisega. Gonostüülid on hästi arenenud, varieerudes kujult, tahapoole ulatuvad või veidi kumerad; alusel sageli kõbruke (*tuberculus*), ülaosas üks või mitu oga. Emastel moodustab kilbikujuline kaheksanda sterniidi keskosa nõgusa suguelundi plaadi, millel on üks paar valve, mille suurus ja kuju varieeruvad; valvid on eraldatud kitsa piluga (muneti sälk), moodustades kokku muneti. Isaste sisemised paljunemisorganid koosnevad kahest torukujulisest struktuurist, milles toimub spermatogenees. Emaste paljunemisorganid koosnevad kahest munasarjast, mis paiknevad tagakehal. Seemnehoidla (*spermatheca*) on sfääriline või munajas, enamasti hästi sklerotiseerunud, ühendatud tupega. (Jedlička & Stloukalová, 1997)



Joonis 7. Kihulane külgvaatest (autori joonis).

1.4 Bioloogia

1.4.1 Valmikueelsed arengustaadiumid

Esimese kolme moondestaadiumi vältel arenevad kihulased vooluveekogudes, mille suurus on liigiti varieeruv (Currie & Adler, 2007). Kui munadel on piisavalt niiskust, et mitte ära kuivada, võivad need säilida ka väljaspool veekeskkonda; kuivamistolerants on liigispetsiifiline (Jedlička & Stloukalová, 1997). Munad kinnituvad mitmesugustele veealustele substraatidele või paisatakse lihtsalt vette, kus nad vajuvad põhjasetetesse (Currie & Adler, 2007).

Kõikide liikide vastsed elavad veekeskkonnas (Jedlička & Stloukalová, 1997). Talvitumine toimub muna, vastse või nukustaadiumis (Rubtsov, 1990), kuid jahedama kliimaga piirkondades enamasti vastsestaadiumis (Rodhain, 2015). Kuna emased munevad rühmiti, mitu emast üheskoos, siis moodustavad vastsed sageli vees suuri kolooniaid (Remm, 1984). Eriti soodsates tingimustes võib esineda 1cm²-l kuni 200 vastset (Sealsamas). Vastsetele on sobivaks elupaigaks kohad, kus on tugev vool ja kõrge hapnikusisaldus: jõekoolmed, karestikud, kosed, niisutuskanalid jne (Rodhain, 2015). Elupaiga valik on liigiti varieeruv;

leidub nii generaliste (näiteks *Simulium (Simulium) ornatum* Meigen, 1818), kui ka spetsialiste: näiteks *Simulium (Simulium) noelleri* Friederichs, 1920 elab ainult järvede sissevoolus, *Simulium (Simulium) rostratum* (Lundström, 1911) seevastu ainult järvede väljavoolus (Jedlička & Stloukalová, 1997). Lokaalset levikut mõjutavateks teguriteks on substraat, hāgusus, voolukiirus, temperatuur, hapnikukogus, pH jne (Jedlička & Stloukalová, 1997). Vastsed vahetavad oma asukohta 5–9 korda päevas, isegi juhul, kui miski neid ei häiri (Rubtsov, 1990), selline ümberpaiknemine on kihulaste puhul universaalne nähtus (Rühm & Rupp, 1993 ref Jedlička & Stloukalová, 1997). Enamasti läbitakse 7 vastsejärku, mille kestus sõltub temperatuurist ja toidu kättesaadavusest, varieerudes ühest nädalast kuni mitme kuuni (Jedlička & Stloukalová, 1997). Enamiku liikide vastsed on toitumiselt filtreerijad, kuid perekonnad *Twinnia* ja *Gymnopais* isendid toituvad aktiivselt veekogude põhjasubstraadil olles nn obligatoorsed kaapijad (Rubtsov, 1990). Toitutakse bakteritest, vetikatest, rānivetikatest ja detriidist, neelates alla nii orgaanilisi kui anorgaanilisi osakesi. Teatud liikidel on täheldatud varajases vastseeas kannibalismi (Sealsamas). Veekogu tingimuste järsul muutumisel võivad kihulaste vastsed eritada kuni 2 mm võrgendniidi, mille otsa jäävad rippuma. Veekogu režiimi taastumisel lähevad nad mööda niiti endisele kohale tagasi. (Remm, 1984; Rubtsov, 1990)

Nukk elab kookoni sees, olles allavoolu suunatud. Nukkumine toimub enamasti samas kohas, kus vastnegi elab, kuid eriti turbulentse vooluga veekogudes rāndavad vastsed rahulikuma vooluga piirkondadesse. Isased väljuvad nukust mõned tunnid või isegi päevi varem kui emased. (Jedlička & Stloukalová, 1997)

1.4.2 Valmikud

Pärast kookonist väljumist püsivad isased enamasti veekoguäärses rohurindes, kust võib sageli ka emaseid leida (Rubtsov, 1990). Valmikud on aktiivsed kogu päeva vāltel, seejuures on täheldatud vaid üksikuid öiseid lende (Jedlička & Stloukalová, 1997). Tuulevaikse ilmaga suudetakse läbida umbes 6-7 km (Rubtsov, 1990). Peamisteks lennuaktiivsust mõjutavateks teguriteks on valgus, temperatuur, niiskus, õhurõhk ja tuul (Jedlička & Stloukalová, 1997). Kihulasi, nagu ka teisi verdsöövaid kahetiivalisi, iseloomustab kahte tüüpi toitumine: vegetatiivne-süsivesikuline (evolutsiooniliselt esmane toitumistüüp) ja verest toitumine

(evolutsiooniliselt teine toitumistüüp) (Rubtsov, 1990). Emased ja isased käituvad looduses väga erinevalt, kuid mõlema soo esindajad vajavad lendamise ja metaboolse tegevuse energiaallikana suhkruid (nektar, lehemesi, taimemahlad). Paljude liikide emased vajavad munade arenguks püsisoojase organismi (imetaja või linnu) verd. (Rubtsov, 1990; Jedlička & Stloukalová, 1997; Currie & Adler, 2007)

Soodsad tingimused toitumises ja rasvvalgu elementide akumulierimises vastse rasvkehas määravad täiskasvanu suguelundite küpsemise ilma täiendava verest toitumiseta (Rubtsov, 1990). Seevastu teatud liikide (umbes 2.4% liikidest) emastel on vähe arenenud suuosad, mis pole võimelised nahka läbistama (Crosskey, 1990), mistõttu sellistel obligatoorselt autogeensetel liikidel arenevad munad ka vere söömiseta (Currie & Adler, 2007). Liigiti võivad olla kindlad eelistused, millist kehaosa rünnatakse. Soojaverelistele osaks saanud rünnakute määr sõltub hammustavate liikide elutsüklist (monovoltiinsed ja polüvoltiinsed liigid) ning on mõjutatud ka ilmastikuoludest. Parasvöötmes (Kesk-Euroopas, Doonau lammil ja Mongoolias, Selenge'i lammil) piiravad ründamisaktiivsust madalad temperatuurid (alla +7°C) ja kõrged temperatuurid (üle +27°C). (Jedlička & Stloukalová, 1997)

Lisaks mängivad ründamisel rolli tuul, valgus, õhuniiskus ja sademete hulk. Tuulevaiksed olud on kõige soodsamad. Tuulekiirus 0.2-0.3 m/s hakkab lendamist juba märkimisväärselt pärssima. Lendamine ja ründamine on võimalikud suhtelise õhuniiskuse vahemikus 20–100% ning kerge vihm ei takista rünnakuid. Seevastu tugev sademete hulk takistab lendamist ja ründamist või peatab selle täielikult. Verest toituvatel liikidel on kujunenud teatud geograafilised mustrid: 1) vereimemise aktiivsus langeb põhjast lõuna suunas; 2) allika-, mäe- ja metsaojades, kus on vastsetele optimaalsed arenemistingimused, ei teki veresööjaid nii palju kui suurtes jõgedes või väikestes saastunud jõgedes, kus on vastsete toitumiseks ja arenguks ebasoodsad tingimused; 3) veresöömise aktiivsus langeb merede (välja arvatud Põhja-Jäämeri) ja suurte järvede lähedal ning suureneb mandril; 4) vereimemise aktiivsus võib samas piirkonnas kõikuda aastast aastasse ja rünnakute intensiivsus pole seotud hematofaagsete liikide vastkoorunute arvukuse muutustega. Paljunemisel on ilmtingimata vajalik viljastamine. (Rubtsov, 1990)

Enamasti paaritutakse paaritumislennu ajal, kuid on ka liike, kes seda ei vaja. Enamikul Palearktise liikidel moodustavad isased kopulatsioonieelsed parved veekogu kohal või mõne maamärgi juures (näiteks suured puud või põõsad), kuid kopulatsioon ise leiab aset

maapinnal. Kopulatsioon kestab 1 sekundist kuni 30 minutini, mille käigus kantakse spermatofoorid edasi; emane kopuleerub vaid ühel korral. Munemiseks sukeldutakse vette, klammerdudes kividele ja taimevartele. Mõned liigid eelistavad siiski vaiksemat kaldavööndit või „pillavad“ munad vette lennult. (Remm, 1984)

Munetakse enamasti videvikul, kas individuaalselt või samaaegselt mitusada isendit koos (Jedlička & Stloukalová, 1997), 800 kuni 1000 muna keskmiselt ühe nädala jooksul (Rodhain, 2015). Polüvoltiinsetel liikidel on jahedas parasvöötme piirkonnas 2–5 põlvkonda aastas, põlvkondade arv ei pruugi olla ka liigisiselt samasugune, sõltudes paljudest erinevatest teguritest (Jedlička & Stloukalová, 1997).

1.4.3 Kihulaste edasikantavad haigused

Vere söömise ajal võivad kihulased levitada haigustekitajaid (Currie & Adler, 2007). Kinnitust on leidnud, et kihulased on edasikandjateks ehk vektoriteks mitmete tõsiste troopiliste inimhaiguste ning troopikas ja parasvöötmes esinevate koduloomade ja -lindude haiguste puhul (Rubtsov, 1990). Maailma mastaabis on kõige tähtsamad kihulaste levitatavad patogeenid ümarussid *Onchocerca* perekonnast, näiteks *Onchocerca gutturosa* (Neumann, 1910) ja *Onchocerca lienalis* Stiles, 1892, kes põhjustavad haiguseid nii kodulindudel kui imetajatel (Rubtsov, 1990; Jedlička & Stloukalová, 1997). Suurbritannias on näidatud, et *O. gutturosa*’t võib edukalt levitada ka *Simulium ornatum* Meigen, 1818 (Steward, 1937). Inimeste jaoks on olulisim kihulaste levitav haigustekitaja ümaruss *Onchocerca volvulus* Bickel, 1982, kes põhjustab jõepimedust ehk onkotserkoosi (*river blindness*) (Currie & Adler, 2007). Maailmas on see haigus teisel kohal pimedaks jäämist põhjustavate haiguste seas (Etya'alé, 2001, 2002). On teada kuni 18 miljonit nakatunut Aafrika, Lõuna-Ameerika ja Kesk-Ameerika erinevates piirkondades (Currie & Adler, 2007) ning 120 miljonit inimest elavad 2005. aasta seisuga kõrge nakatumise riskipiirkonnas (Lehane & Lehane, 2005). Ussnugilist *O. volvulus*’t, kes põhjustab seda haigust, levitavad eranditult ainult kihulased – *Simulium (Daviesellum) damnosum* Theobald, 1903 kompleksi liigid Aafrikas ja *Simulium* alamperekondade *Aspathia* ja *Psilopelmia* liigid Lõuna- ja Kesk-Ameerikas (Crosskey, 1990). Ussnugilised *Onchocerca* perekonnast kuuluvad süstemaatiliselt ümarusside (*Nematoda*) hõimkonda ja on kujult

ümmargused niiditaolised ussikesed, kes viivad oma arengu lõpule imetajate organismides. Kihulased (ja teised verdsöövad kahetiivalised) on neile vaheperemeesteks. (Rubtsov, 1990)

Lisaks levitavad kihulased algloomi (näiteks *Leucocytozoon anatis*, *Leucocytozoon smithi*), viiruseid ja filariaasi põhjustavaid ümarusse (Rubtsov, 1990). Tulareemia- ja paljude teiste vektorhaiguste jaoks on kihulased fakultatiivseteks vektoriteks (Jedlička & Stloukalová, 1997). Sarnaselt teistele vereimejatele võivad teatud juhtudel kihulased osutada vektoriks ka Siberi katkule (bakter *Bacillus anthracis*), malleusele ehk tatitaudile (bakter *Burkholderia mallei*), leeprale ehk pidalitõvele (põhjustajaks bakterid *Mycobacterium leprae* ja *Mycobacterium lepromatosis*) ja teistele endeemilistele haigustele (Rubtsov, 1990).

1.4.4 Tõrje ning looduslikud vaenlased

Kihulaspopulatsioonide kontrollimiseks on kasutatud väga erinevaid vahendeid, näiteks klooritud süsivesinikke nagu DDT (diklorodifenüültri-kloroetaan) ja metoksükloor (Currie & Adler, 2007). DDT kasutamine kihulaste tõrje eesmärgil lõpetati Euroopas ja Põhja-Ameerikas 1970ndate alguses selle hävitava keskkonnamõju (sh bioakumulatsioon) tõttu (Adler et al., 2004), kuid teatud Aasia ja Aafrika piirkondades kasutatakse seda tänini (Nwabube, 2014). Metoksükloor ja organofosfaadid muutusid ebatõhusaks meetmeks resistentsuse ja mittespetsiifilisuse tõttu (Adler et al., 2004). Tänapäeval kasutatakse ülemaailmselt kihulaste vastu võitlemisel looduslikult esinevat bakterit *Bacillus thuringiensis*'e tüve *israelensis* (Bti) (Currie & Adler, 2007). Bti, mis avastati 1980ndate alguses, on biopreparaat, mille valgukristalle söödetakse kihulaste vastsetele vooluveekogudes (Rutley, 2000). Erinevalt Bti keemilistest eelkäijatest, on see suurepärase spetsiifilisusega, äärmiselt mürgine kihulasvastsetele, turvaline inimesetele ja suhteliselt odav. (Currie & Adler, 2007)

On teada rohkem kui 50 liiki kihulaste parasiite ja röövlloomi, näiteks parasiidid nagu bakterid perekonnast *Treponema*, mitmesugused seeneliigid, algloomad (*Flagellata*, *Sporozoa* ja *Infusoria*), ümarussid ja lülilalgsete seas lestad ning putukad, röövlloomad nagu hüdra, protistid (ripsloomad), mitmesugused putukad, kalad ja linnud. Putukate seas on kõige olulisemad röövlloomad kiililised (*Odonata*), herilased, kärbselised (*Brachycera*). Parasiitide seas väikeeosloomad (*Microsporidia*) ja ümarussid (*Nematoda*). Suurim

looduslike vaenlaste põhjustatud suremus toimub veefaasis. Looduslike vaenlaste seas on surusääsklaste (*Chironomidae*) vastsed kõige olulisemad munade hävitajad. (Rubtsov, 1990)

1.4.5 Ökoloogiline ja antropoloogiline tähtsus

Kihulased on suureks nuhtluseks nii inimestele kui teistele loomadele, eriti Põhja-Euraasias (Pichler-Scheder & Pichler-Scheder, 2009), avaldades mõju tervisele ning tekitades majanduslikku kahju (Jedlička & Stloukalová, 1997). Lisaks asjaolule, et kihulased on ainsad vektorid jõepimedusele, on nad ka tüütud tihedate parvede moodustamise ja veresöömise tõttu (Currie & Adler, 2007). Peaaegu kõikide koduloomaliikide kohta on registreeritud kihulaste rünnaku juhtumeid – andmed on puudulikud vaid kasside ja koerte kohta (Sealsamas). Kodulindudest on teada rünnakuid partidele, kanadele, hanedele, kalkunitele, metsloomadest eelkõige põhjapõtradele, metskitsedele ja teistele hirvlastele (Sealsamas). Üks ja sama liik võib rünnata nii inimesi kui koduloomi (Sealsamas). Kõige olulisemad Palearktises levinud liigid, kes ründavad inimesi või kariloomi on *Simulium* (*Simulium*) *cholodkovskii* Rubtsov, 1940, *Simulium* (*Wilhelmia*) *equinum* (Linnaeus, 1758), *Simulium* (*Boophthora*) *erythrocephalum* (De Geer, 1776), *Simulium* (*Wilhelmia*) *lineatum* (Meigen, 1804), *Simulium* (*Byssodon*) *maculatum* (Meigen, 1804), *S. (Simulium) ornatum* Meigen, 1818, *S. (Simulium) reptans* (Linnaeus, 1758), *Simulium (Simulium) transiens* Rubtsov, 1940 (Jedlička & Stloukalová, 1997). Ülemaailmselt on ulatuslikke koduloomarünnakuid põhjustanud järgnevad kihulasliigid: *Cnephia pecuarum* (Riley, 1887), *Simulium (Simulium) colombaschense* (Scopoli, 1780), *Simulium (Simulium) luggeri* Nicholson & Mickel, 1950 ja *Simulium (Simulium) vampirum* Adler, Currie & Wood, 2004, kes on põhjustanud veiste, hobuste, muulade, sigade ja lammaste suremust (Currie & Adler, 2007). Näiteks Rumeenias suri 16 000 kodulooma aastal 1923 kihulaste tõttu ja endises Jugoslaavias 13 900 aastal 1934 (Lehane & Lehane, 2005). Eestile lähim juhtum leidis Maaeluministeeriumi andmetel aset 2005. aastal, kui Põllumajandusministeerium hoiatas Lõuna-Eesti loomakasvatajaid suurenenud kihulaste hulgast tulenevate kariloomade rünnakute eest, sest Lätis registreeriti veiste hulgalist suremust (Eesti Põllumajandusministeerium, 2005; Saluri, 2005). Sellistel juhtudel on surma põhjuseks toksiline šokk (*simulitoxicosis*), mis võib tekkida pärast rohkeid hammustusi suure hulga kihulaste süljega kokkupuute tagajärjel (Currie & Adler, 2007). Mitte ükski kihulaseliik pole

inimspetsiifiline, kuid sellegipoolest võivad teatud liikide massilised puhangud avaldada suurt mõju turismile ja inimtegevusele üldiselt (Currie & Adler, 2007). Parvlemise käigus võivad nad lennata silma, kõrva, ninna ja suhu ning see muudab väljas olemise keeruliseks (Jedlička & Stloukalová, 1997). Subletaalsete rünnakute majanduslik mõju seisneb loomade kaalulanguses, piima- ja munatoodangu vähenemises ning paaritumisaktiivsuse langemises (Sealsamas). On märgatud, et tumeda karvkattega loomi rünnatakse heledatest tihedamini (Rubtsov, 1990).

Kihulaste hammustused vereimemise ajal on enamasti valutud, muutudes valulikuks toksilise sülje toimele alles 6–13 tunni pärast (Nohel, 1973 ref Jedlička & Stloukalová, 1997), põhjustades põletust, sügelust, paistetust, lokaalset hüpertermiat ja mitme hammustuse korral üldist kehatemperatuuri tõusu ning mitmesuguseid toksilisuse ilminguid, mis võivad teatud juhtudel ka surmaga lõppeda (Rubtsov, 1990). Lisaks võib ilmned vererõhu tõus, peavalu, kurnatus, iiveldus ja südamenõrkus (Jedlička & Stloukalová, 1997). Tõenäoliselt on toksiinid hemolüütilised mürgid, mis toimivad perifeerses närvisüsteemis. Liigiti mürgisuse määr varieerub. (Rubtsov, 1990)

Inimeste seisukohalt on kihulased saanud laia negatiivse tähelepanu osaliseks, kuid ökosüsteemides on neil olulisi rolle täita (Currie & Adler, 2007). Täiskasvanueelsed arengufaasid on olulised orgaanilise aine töötlejad lootilistes kooslustes ning on tundlikud inimtekkeliste sisendite suhtes, mille tõttu sobivad nad suurepäraselt veekvaliteedi indikaatoriteks (Sealsamas). Näiteks *Simulium (Byssodon) maculatum* (Meigen, 1804) oli kunagi levinud Kesk-Euroopas, kuid on nüüdseks reostuse tõttu paljudest suurtest jõgedest kadunud (Zwick & Crosskey, 1981). Vastsete filter-toitumine on oluline vooluveekogude orgaanilise aine töötlemisel (Malmqvist et al., 2001). Peened orgaanilise aine tahked osakesed ja isegi lahustunud orgaanilise aine osakesed eemaldatakse veesambast ning vastsete madala seedimiseefektiivsuse tõttu väljutavad nad toitainerikkaid pelletilaadseid moodustisi, mille vool endaga kaasa viib ning kus nad on toiduks teistele selgrootutele organismidele (Sealsamas). Soodsatel tingimustel võib vastseid esineda tohutul hulgal, saavutades populatsiooni tiheduse kuni miljon indiviidi/m², olles oluliseks toiduallikaks selgrootutele (näiteks kevikulistele *Plecoptera*) ja selgroogsetele röövlomadele (näiteks lõhelastele). Täiskasvanud isendid on söögiks lindudele ja kiililistele. Lisaks soodustavad nad kaudselt looduse kaitset, peletades eemale inimesi metsiku looduse alasid asustamast ja arendamast. (Currie & Adler, 2007)

2. MATERJAL JA METOODIKA

2.1 Ettevalmistustööd

Kihulaste süstemaatika on pidevas muutumises. Paljud liigid on aja jooksul paigutatud uutesse perekondadesse ning perekondade maht on muutunud. Näiteks Rubtsovi (1956) ja mõningate teiste varasemate autorite käsitletud töödes esineb erinevusi tänapäevaste nimedega. Lisaks leidsid Currie & Adler (2007), et praegusel hetkel tunnustatud liiginimede hulgas on tõenäoliselt palju sünonüüme. Selleks, et saada paremat ülevaadet ning kasutada korrektset nomenklatuuri kihulasliikide kohta, viis töö autor vanemates allikates publitseeritud sünonüümsed liiginimed vastavusse tänapäevaste valideeritud nimedega, mis on toodud tabelis 1.

Kihulaste morfoloogia ja bioloogia käsitlemisel kasutati nii vanemaid nn klassikalisi (nt I. A. Rubtsov, R. W. Crosskey) kui uuemaid (nt autoritelt P. H. Adler, D. C. Currie, L. Jedlička ja V. Stloukalová) allikaid, mis pärinevad nii paberandjalt kui internetist.

Eesti ja lähiriikide kihulaste levikuandmed on kogutud erinevatest kirjandusallikatest ja avalikest andmebaasidest. Kõige põhjalikumaks allikaks saab pidada Adleri (2020) maailma liikide inventuuri, mida uuendatakse igal aastal. Lisaks kasutati Fauna Europaea andmebaasi (Crosskey, 2013), mis on kõigile tasuta kättesaadav elektrooniline andmebaas, kus kajastatakse Euroopa maismaa- ja mageveeloomade levikumustreid koos teaduslike nimetustega (sealhulgas sünonüümika). Samas ei ole Fauna Europaea andmestikku viimasel dekaadil uuendatud, samuti on kohati puudulikud liikide levikuandmed idapoolsest Euroopast (Kurina, suulised andmed). Andmeid liiginimede sünonüümide kohta leiti veel ülemaailmsest andmebaasist Global Biodiversity Information Facility (GBIF.org, 2021) ja Ühenduningriikide virtuaalsest platvormist NBN Atlas (NBN Atlas, 2021). Töö käigus koguti andmeid peamiselt Eesti kohta, aga lisaks ka lähiriikide (Läti, Leedu, Rootsi, Soome ja Venemaa Leningradi ning Pihkva oblasti) kohta, et analüüsida naaberriikide põhjal potentsiaalselt Eestis levivaid kihulasliike. Eesti liikide nimestiku koostamisel analüüsiti

kõiki ilmunud teaduspublikatsioone ja suuremaid andmebaase alates H. Remmi uurimustest (1955, 1959).

2.2 Laboratoorsed tööd

Lisaks levikuandmete analüüsile kirjandusallikate põhjal töötati varasemalt püütud ning sügavkülmutatuna säilitatud materjaliga. Kihulaste morfoloogilise ülevaate koostamiseks kasutati Heli Kiriku ajaperioodil 31.05–03.06.2018 Viljandimaal Tipu külas lihaste karjamaal (58.3631°N; 25.0581°E) kogutud kihulaste valmikuid. Kihulased koguti, kasutades verdimevate kahetiivaliste püüdmiseks väljatöötatud automaatpüünist Mosquito Magnet® Independence (Woodstream Corp., Lititz, PA, U.S.A.). Seejärel sorteeriti masinpüütud putukad sugukondade järgi, sildistati ja hoiustati kuivmaterjalina sügavkülmas (-20°C). Autor nõelastas osa väljasorteeritud kihulaste materjalist ja kasutas seda morfoloogilises uurimistöös ja illustreerivate fotode tegemiseks. Laboratoorne töö leidis aset EMÜ elurikkuse ja loodusturismi õppetooli laboratooriumis ning töö käigus määrati kihulased liigirühma tasemeni. Määramisel kasutati erinevate autorite (Davies (1966), Rubtsov (1990), Jedlička & Stloukalová (1997) koostatud määramisjuhendeid ja Leica S6E mikroskoopi. Määratud kihulased on säilitatud entomoloogilistel nõeltel EMÜ putukakollektsioonis IZBE, sildistatult ladinakeelse liiginime, määraja ees- ja perekonnanime ning määramise aega kajastavate entomoloogiliste etikettidega.

Töös kasutatud joonised pärinevad kirjalikest allikatest või need tegi autor ise. Autori tehtud fotode jaoks kasutati mikroskoopi Leica M205 koos kaameraga DFC450. Lõplikud fotod kombineeriti mikroskoobispetsiifilise tarkvaraga LAS V.4.1.0. keskmiselt 20–60 erinevalt fokuseeritud fotost. Hiljem töödeldi pilte programmidega Adobe Photoshop 2020 (21.1.0) ja Topaz Sharpen AI Version 3.0.0. Töötluse käigus reguleeriti fotode kontrastsust ja teravust, eemaldati digitaalselt entomoloogiline nõel ja tolmu osakesed ning märgistati kihulase kehaosad. Süstemaatilised skeemid ja fülogeneesipuu toimetamised tehti käsitsi Microsoft Paint programmis.

3. TULEMUSED

3.1 Eestis esinevad kihulasliigid

Kõige vanem Eestis esinevate kihulasliikide kompleksne käsitus pärineb H. Remmilt (1955), kus on mainitud 15 liiki, lisaks on Remm (1959) maininud kolme liiki, kellest üks on võrreldes varasemate andmetega uus. Eesti teadlastest on veel Maavara (1956) kinnitanud kahe varasemalt mainitud liigi olemasolu. Üks põhjalikumalt kihulaste taksonoomikat ja morfoloogiat uurinud teadlasi maailmas, Rubtsov (1956), on kinnitanud 4 liigi olemasolu kogu NSV Liidu Euroopa aladel ehk siis ka Eestis. Tänapäevasematest allikatest on Pichler-Scheder & Pichler-Scheder (2009) maininud 13 liiki. Andmebaasis Fauna Europaea, Crosskey (2013) koostatud, on andmed Eesti kohta üsna puudulikud, kuid mainitud on siiski 6 liiki. Adler (2020) töö on kõige kaasaegsem ja põhjalikum info kogu maailma kihulasfaunast, kus on mainitud 16 Eestis esinevat liiki. Tabelis 1 on välja toodud kõikide eelpool nimetatud autorite käsitletud tööde põhjal koostatud Eesti kihulaste kaasaegne liiginimestik ning joonisel 10 on süstemaatiline jaotus ja hierarhia.

Lisaks uuris autor kodumaist andmebaasi eElurikkus (PlutoF, 2017), kuid sealne info kihulaste kohta osutus puudlikuks. Puudusid asukohapõhised liigimärked, leiti ainult, et Tartu Ülikooli loodusmuuseumi zooloogilises kogus on 19. sajandi lõpust pärinevaid kihulaste eksemplare, mida on kogunud ja määranud Franz Sintenis, kuid puudusid kogumispäiga asukohaandmed, mistõttu polnud võimalik käesolevas töös neid arvesse võtta (Sintenis kogus materjali ka tänapäeva Läti aladelt: Kurina, suulised andmed).

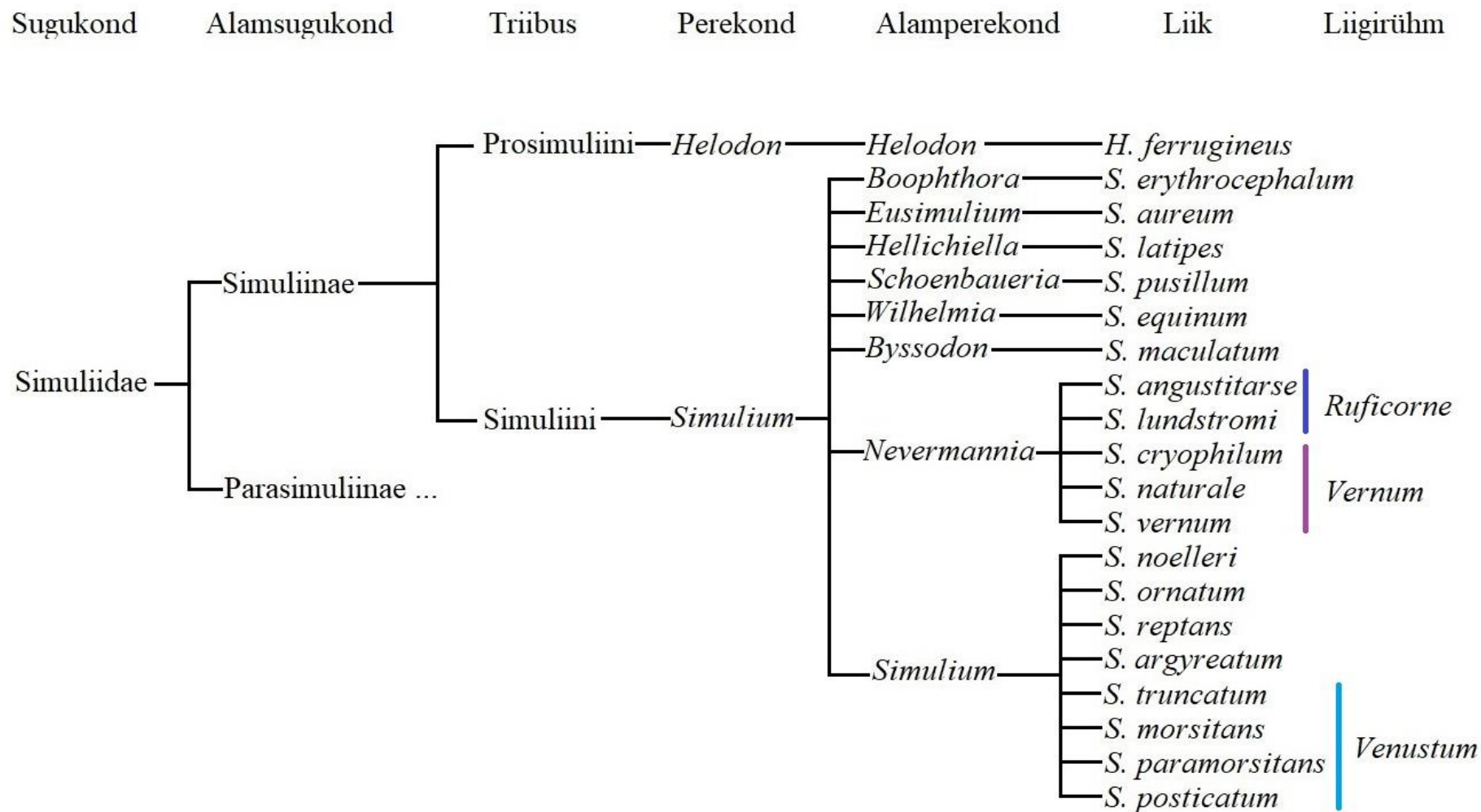
Tabel 1. Eestis esinevate kihulaste (*Simuliidae*) kaasajastatud liiginimestik. Sünonüümsed nimed on esitatud taandatuna

¹ Käesolevas töös on kasutatud inglisekeelset tõlkeversiooni I. A. Rubtsov „Blackflies (*Simuliidae*)“ aastast 1990, kuid originaal pärineb aastast 1956.

² Teoses pole mainitud eraldi Eesti aladel esinemist ning tabelis on „+“ märgitud nendele liikidele, kelle kohta on öeldud, et „esineb kogu NSVL Euroopa aladel“.

	Liigi nimetus/Sünonüüm	Remm (1955)	Rubtsov (1956) ^{1,2}	Maavara (1956)	Remm (1959)	Pichler- Scheder (2009)	Crosskey (2013)	Adler (2020)
1	<i>Helodon (Helodon) ferrugineus</i> (Wahlberg, 1844)					+		+
	<i>Prosimulium (Helodon) ferrugineum</i> (Wahlberg, 1844)					+		
2	<i>Simulium (Boophthora) erythrocephalum</i> (De Geer, 1776)						+	+
	<i>Boophthora erythrocephala</i> de Geer, 1778	+	+					
3	<i>Simulium (Byssodon) maculatum</i> (Meigen, 1804)							
	<i>Titanopteryx maculatum</i> Meigen, 1804	+						
4	<i>Simulium (Eusimulium) aureum</i> Fries, 1824						+	+
	<i>Eusimulium aureum</i> Fries, 1824	+						
5	<i>Simulium (Hellichiella) latipes</i> (Meigen, 1804)					+		+
	<i>Eusimulium latipes</i> Meigen, 1804	+	+	+				
6	<i>Simulium (Nevermannia) angustitarse</i> (Lundström, 1911)						+	+
	<i>Eusimulium angustitarse</i> Lundström, 1911	+						
	<i>Simulium angustitarse</i> (Lundström, 1911)				+			
7	<i>Simulium (Nevermannia) cryophilum</i> (Rubtsov, 1959)					+		+
8	<i>Simulium (Nevermannia) lundstromi</i> (Enderlein, 1921)					+	+	+
	<i>Eusimulium kerteszi</i> Enderlein, 1922	+						

	Liigi nimetus/Sünonüüm	Remm (1955)	Rubtsov (1956) ^{1,2}	Maavara (1956)	Remm (1959)	Pichler- Scheder (2009)	Crosskey (2013)	Adler (2020)
9	<i>Simulium (Nevermannia) naturale</i> Davies, 1966					+		+
10	<i>Simulium (Nevermannia) vernum</i> Macquart, 1826					+		+
11	<i>Simulium (Schoenbaueria) pusillum</i> Fries, 1824					+		+
	<i>Schönbaueria pusilla</i> Fries, 1824	+	+					
12	<i>Simulium (Simulium) argyreatum</i> Meigen, 1818	+	?					
13	<i>Simulium (Simulium) morsitans</i> Edwards, 1915	+				+		+
14	<i>Simulium (Simulium) noelleri</i> Friederichs, 1920					+		+
	<i>Simulium subornatum</i> Edwards, 1920	+						
15	<i>Simulium (Simulium) ornatum</i> Meigen, 1818					+	+	+
	<i>Odagmia ornata</i> Meigen, 1818	+	+	+				
	<i>Odagmia pratora</i> Friederichs, 1932	+						
16	<i>Simulium (Simulium) paramorsitans</i> Rubtsov, 1956					+		+
17	<i>Simulium (Simulium) posticatum</i> Meigen, 1838					+		+
	<i>Simulium venustum</i> Say, 1829	+						
18	<i>Simulium (Simulium) reptans</i> (Linnaeus, 1758)				+			
19	<i>Simulium (Simulium) truncatum</i> (Lundström, 1911)	+						
20	<i>Simulium (Wilhelmia) equinum</i> (Linnaeus, 1758)						+	+
	<i>Wilhelmia equina</i> Linne, 1746	+			+			



Joonis 10. Eestis esinevate kihulasliikide süstemaatiline jaotus ja -hierarhia (autori joonis)

3.2 Eestis esinevate kihulaste lühikirjeldused

Järgnevalt antakse lühikirjeldused Eestis esinevatest kihulaste liikidest ja/või liikide gruppidest. Kihulaste liigid on alamperekondade piires jaotatud veel nomenklatuurselt mitteformaalseteks liikide gruppideks (Adler 2020). Järgnevas nimistus on liikide grupid esitatud vaid juhul kui nendesse paigutub kaks või enam Eestis esinevat liiki. Tulenevalt morfoloogilisest sarnasusest esitatakse liikide grupi kohta üks kirjeldus. Lisaks on teatud liikidel välja toodud inglisekeelsed liiginimetused, mis pärinevad Rubtsovi (1990) teosest ning eestikeelsed nimetused, mis pärinevad Remmi (1955) väitekirjast.

Perekond *Helodon* Enderlein, 1921

***H. (s. str.) ferrugineus* (Wahlberg, 1844)**

Mõõtmelt suhteliselt suur liik, keha pikkus 4–6mm. Otsmikul pikad tihedad karvakesed. Roostepunane rindmik. Tumedad jalad. Halteerid tumedad. Üks põlvkond aastas. Võib rünnata inimesi vere söömise eesmärgil. (Rubtsov, 1990)

Perekond *Simulium* Latreille, 1802

Alamperekond *Boophthora* Enderlein, 1921

***S. (B.) erythrocephalum* (De Geer, 1766)** (ingl *red-headed blackfly*)

Keha pikkus 2–3.4mm, tundlad üleni mustad, isaste rindmik tuhmjas must, emastel läikiv must ning rindmiku keskosa karvakesed on kollased ning peenemad kui enamikel teistel *Simulium*'i perekonna liikidel (Davies, 1966). Halteerid punakaskollased. Väga laialt levinud liik nii geograafiliselt kui lokaalselt, elades nii saastunud, väikeste, suurte, aeglase- kui kiirevoolulistes veekogudes. Talub temperatuurikõikumisi ja veekogu reostust paremini kui teised sama perekonna liigid. Ründab nii inimesi kui kariloomi. Seda liiki seostatakse nii lindude kui koduloomade haiguste levitamisega. (Rubtsov, 1990)

Alamperekond *Eusimulium* Roubaud, 1906

***S. (E.) aureum* Fries, 1824** (ingl *golden blackfly*; eesti k kuldkihulane)

Keha pikkus 2.5–3.5mm, peakilp hallikas-hõbedane ning liigini määratav ainult isaste välissuguelundite kuju järgi (Davies, 1966). Tundlad tumepruunid. Mustad kobijad, emastel

peditsell kollakas. Vastsed ja nukud elavad väikestes ojades. Monovoltiinne, talvitumine toimub muna staadiumis. Võib ka verest toituda. (Rubtsov, 1990)

Alamperekond *Hellichiella* Rivosecchi & Cardinali, 1975

***S. (H.) latipes* (Meigen, 1804)** (ingl *broad-legged blackfly*; eesti k laikäpp-kihulane)

Keha pikkus 2.7–4mm. Suu osad mustad, võivad olla ka hõbedase karvakesed. Tundlad mustad, kerge hõbedase kumaga. Peakilp hallikashõbedane. Rindmik tume, tolmjalt tuhmjas. (Davies, 1966; Rubtsov, 1990)

Laia levikuga liik. Talub ka inimasustuse läheduses reostunud veekogusid. Talvituvad vastsete või vahel ka munadena. Võib rünnata nii inimesi kui kariloomi vere söömise eesmärgil. (Rubtsov, 1990)

Alamperekond *Schoenbaueria* Enderlein, 1921

***S. (S.) pusillum* Fries, 1824** (ingl *tundra blackfly*; eesti k tundra-kihulane)

Keha pikkus 2.5–3mm. Jalad üleni pruunikas-mustad. Elab keskmistes ja suuremates jõgedes. Võib toituda nii inimeste kui kariloomade verest. Üks põlvkond aastas. Üks järglasterohkemaid verdsöövaid liike põhjapoolsetes piirkondades. (Rubtsov, 1990)

Alamperekond *Wilhelmia* Enderlein, 1921

***S. (W.) equinum* (Linnaeus, 1758)** (eesti k hobukihulane; joonis 6)

Selja osa hallikasmust. Tiibade radiaalsoonel on karvakesed peaaegu kogu pikkuses. Palearktikumis laialt levinud. Välimuse järgi on lähisliikidest keeruline eristada, eristatavad peamiselt nukkude ja isaste suguelundite järgi. Taluvad suure reostatusega veekogusid. Eelistavad veekogusid, kus on palju taimestikku. Emased võivad rünnata nii inimesi kui loomi. Munetakse taimedele. Talvitumine vastse staadiumis. (Rubtsov, 1990)

Käesolevat liiki õnnestus töö autoril laboratoorselt määrata H. Kiriku kogutud materjali hulgast, kokku 16 isendit.

Alamperekond *Byssodon* Enderlein, 1925

***S. (B.) maculatum* (Meigen, 1804)** (eesti k vöötkihulane)

Keha pikkus umbes 3 mm. Tundlad, kobijad ja jalad üleni mustad. Võivad ka verd süüa, eriti Palearktikumi põhjapoolsetes piirkondades. (Rubtsov, 1990)

Alamperekond *Nevermannia* Enderlein, 1921

***Ruficorne* liigirühm**

S. (N.) angustitarse (Lundström, 1911) (ingl *long-legged blackfly*; eesti k ahaskäpp-kihulane)

Laialt levinud liik, keha pikkusega 2.7–3.8mm, jalad üleni tumedad (Davies, 1966). Tumedad kobijad ja tundlad, rindmik hallikasmust (Davies, 1966; Rubtsov, 1990). Talub veekogu reostust ning orgaanilist ainet. Võib verest toituda. (Rubtsov, 1990)

***S. (N.) lundstromi* (Enderlein, 1921)**

Pisut väiksem kui *S. (N.) angustitarse*, heledamat värvi ning erineb suguelundite välimuse poolest. Tundlad mustad, kuid kaks esimest segmenti šokolaadi-pruunid. (Rubtsov, 1990)

***Vernum* liigirühm**

***S. (N.) cryophilum* (Rubtsov, 1959)**

***S. (N.) naturale* Davies, 1966**

***S. (N.) vernum* Macquart, 1826**

See liikide rühm liidab üle maailma kokku rohkem kui 120 liiki. Euroopas on teada 35 liiki. Emaseid on raske liigini määrata ja see toimub ainult terminaalide morfoloogia alusel. (Ilmonen et al., 2009)

Alamperekond *Simulium* Latreille, 1802

***S. (S.) noelleri* (Friederichs, 1920) (ingl *light-fronted blackfly*)**

Tumedad jalad. Isendid elavad väikestes ja keskmise suurusega jõgedes. Taluvad mõõdukalt kõikuvat temperatuuri +10 kuni 16°C. Talvitumine vastsestaadiumis. (Rubtsov, 1990)

***S. (S.) ornatum* (Meigen, 1818) (ingl *ornate blackfly*; eesti k ehiskihulane)**

Kehapikkus 2.2–2.4mm. Rindmik must, kergelt hõbetunud. Laialt levinud Suurbritannias. Võivad rünnata veiseid, hobuseid ja teisi koduloomi. (Davies, 1966) On teada seos, et *S. ornatum* levitab *Onchocerca gutturosa*'t (põhjustab jõepimedust ehk onkotserkoosi) Suurbritannias (Steward, 1937).

***S. (S.) reptans* (Linnaeus, 1758)** (ingl *crawling blackfly*)

Elavad erineva suurusega veekogudes (Rubtsov, 1990). Keha pikkus 1.9–2.9 mm. Mustad tundlad. Halteerid erkkollased. Üldine välimus musta värvi, mõnes kohas tuhmhallid laigud. Talvitumine muna staadiumis. Võivad rünnata nii inimesi kui koduloomi. (Davies, 1966)

***S. (S.) argyreatum* Meigen, 1838** (ingl *silvery blackfly*; eesti k hõbekihulane)

Suur liik, keha pikkusega 3.3–4.3mm, nägu hall, hõbetunud, isastel tumedate, emastel kahvatukollaste karvakestega, sarnanedes *S. (S.) ornatum*'iga (Davies, 1966). Elavad väikestes ojakestes, kus on palju taimestikku. Talvitumine muna staadiumis. Äärmiselt agressiivsed veresööjad. Tundras ründavad inimesi. Väga viljakas liik. (Rubtsov, 1990)

***Venustum* liigirühm**

***S. (S.) morsitans* Edwards, 1915** (ingl *short-palped blackfly*)

***S. (S.) paramorsitans* Rubtsov, 1956**

***S. (S.) posticum* Meigen, 1838** (ingl *blandford fly*)

***S. (S.) truncatum* (Lundström, 1911)** (eesti k külmalembene kihulane)

Isaste jalad on musta värvi peaaegu kogu pikkuses, emastel enamjaolt kollased, vahel hõbedaste laigukestega eesjala säärel. Emaste nägu hõbedane, otsmik must, läikiv. Selle rühma liigid elavad enamasti väiksemates jõgedes ja vooluveekogudes. Levinud kogu Palearktikumis. (Rubtsov, 1990)

Kinnitust on leidnud järgnevate Eestis levinud liikide rünnakud: *S. (S.) truncatum*, *S. (S.) posticum* ja *S. (S.) morsitans* (ründavad inimesi ja loomi teatud piirkondades, kuid mitte igal pool levila ulatuses). *S. (S.) paramorsitans*'i suuosad sarnanevad teiste verdsöövate liikidega, kuid inimeste või loomade lähedalt on neid harva leitud. (Rubtsov, 1990)

3.3 Eesti kihulaste emaste valmikute alamperekondade määramistabel

Määramistabel on koostatud vaid emaste valmikute määramiseks Davies (1966), Rubtsov (1990), Jedlička & Stloukalová (1997) käsitluste sünteesi tulemusel. Eestis esinevatest kihulaste perekondadest ei ole määramistabelis alamperekonda *Nevermannia*, sest neil

puuduvad tunnused, mille poolest annab neid teistest alamperekondadest morfoloogiliselt eristada.

Täiskasvanud emaste valmikute määraja

1. Keha värvus roostepunane, kitsas otsmik, mille laius moodustab 0.33–0.50 kõrgusest. ...Perekond *Helodon* Enderlein

- Keha värvus ei ole roostepunane. ...**2**

2. Tiivasoone R basaalne osa on karvakesteta (^a). Keskselg tuhm, ei läigi silmatorkavalt (^b). Jalad on enamasti mitmevärvilised (^c). Tiiva kostaalsoone C äär on mustade okkataoliste karvakestega (joonis 11A), kõige paremini nähtav Sc soone poolt C suunas vaadatuna. Rs tiivasoon ei hargne mitmeharuliseks (joonis 11B). Tagajala käpa esimesel lülil on tavaliselt *calcipala* (joonis 11C). Tagajala käpa teisel lülil on *pedisulcus* (joonis 11C). (Tiheda karvkatte tõttu ei pruugi olla *pedisulcus* hõlpsasti tuvastatav, mistõttu nii *calcipala* kui *pedisulcus*'e tuvastamisel tuleks vaadelda erinevate nurkade alt). *Mesonotum*'il lateraalsed karvakesed, välja arvatud tagumises kilbikesega külgnevas osas. Alamperekond *Simulium* Roubaund

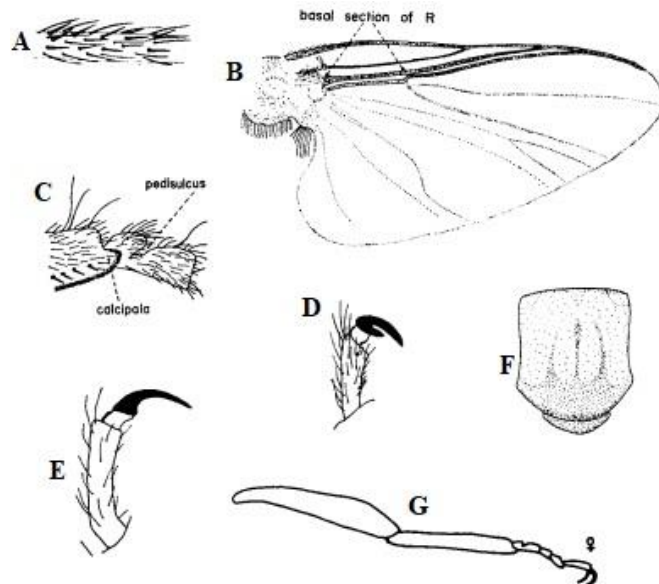
- ^aTiivasoone R basaalne osa dorsaalsete karvakestega. ...**3**
- ^bKeskselg läikiv ja lühikeste karvakestega. ...**4**
- ^cJalad on ühevärvilised, tundlad šokolaadipruunid. ...**8**

3. Küünised on kaheharulised ja kaardus (joonis 11D; ^d, ^e, ^f). Rindmiku membraan karvakesteta. Eesjala käpad laienenud. Tagakeha tergiidid ei ole läikivad. Keskseljäl puuduvad tumedad pikitriibud. ...Alamperekond *Eusimulium* Roubaund

- ^dKüünised ei hargne otsast kaheks ning on pikemad ja lamedamalt kaardunud kui teistel kihulastel (joonis 11E). ...**5**
- ^eKüüniste põhjal on tugev basaalne hammas. *Pedisulcus* puudub või on vaevumärgatav. ...**6**
- ^fKüüniste põhjal on tugev basaalne hammas. *Pesisulcus* hästiarenenud. ...**7**

4. Keskselg läikiv ja lühikeste karvakestega. ...Alamperekond *Boophthora* Enderlein (Äärmiselt sarnane *Simulium* liikidega ning erandina võib mõnel *Simulium* liigil olla samuti selja osa karvakestega, mistõttu on morfoloogiliselt keerukas eristada)

5. Kesksseljal kolmest kitsast triibust koosnev muster (joonis 11F). Tagajala käpa esimene lüli on ühtlaselt silindriline ja moodustab vaid poole tagajala sääre maksimaalsest laiusest (joonis 11G). Piklikud küünised, ilma põhjaspiinulita. Rindmiku membraanil karvakesed. ...Alamperekond *Wilhelmia* Enderlein
6. Suuosad tumedad, enamasti hõbedaste karvakestega. Rindmiku küljed mustad, tuhmjalt hallikad. Jalad on tumedat tooni. ...Alamperekond *Hellichiella* Enderlein
7. Tundlad, kobijad ja jalad üleni mustad. ...Alamperekond *Byssodon* Enderlein
8. Tundlad šokolaadipruunid. Halteerid helekollased. Kesksselg ja jalad ühevärvilised, hallikasmustad, ilma hõbedaste laigukesteta. ...Alamperekond *Schonbaueria* Enderlein



Joonis 11. Emaste kihulaste määraja illustratsioonid, kohandatud Davies (1966) järgi. A – tiivasoon C liigil *S. (S.) argyreatum*; B – tiiva kuju ja -soonestus liigil *S. (S.) argyreatum*; C – tagumise käpa kahe esimese lüli ühendus liigil *S. (S.) argyreatum*; D – käpa viimane lüli koos küünistega liigil *S. (E.) angustipes*; E – käpa viimane lüli koos küünistega liigil *S. (W.) equinum*; G – tagumine säär ja käpp koos küünisega liigil *S. (W.) equinum*; F – kesksselg pealtvaates liigil *S. (W.) equinum*.

3.4 Lähiriikides esinevad liigid

Käesolevas töös käsitletud lähiriikideks on Läti, Leedu, Rootsi, Soome ja Venemaa. Kõige põhjalikumad andmed lähiriikide faunast pärinevad Adleri (2020) tööst. Järgmisena andis põhjalikke tulemusi Crosskey (2013) koostatud Fauna Europaea andmebaas. Läti ja Leedu kohta leiti lisaks veel andmeid Pichler-Schederi & Pichler-Schederi (2009) tööst.

Venemaa on märgitud lähiriigi mõistes juhul, kui liik esineb Leningradi ja Pihkva oblastites, samas on erinevad autorid ja allikad sedastanud seda varieeruvalt. Crosskey (2013) koostatud Fauna Europaea andmebaasis on kihulaseliik märgitud Venemaal esinevaks juhul, kui on märges „Northwest European Russia“. Adleri (2020) maailma liikide inventuuris on liik märgitud esinevaks juhul, kui ta esineb Kesk-Venemaal (põhjalaiuse 50°–60°) märkega „CR“ või kui on spetsiaalne märges „St. Petersburg“. Lisaks on segadust tekitanud erinevate autorite liiginimede käsitletused. Näiteks liikide *Simulium (Simulium) argyreatum* Meigen, 1838, *Simulium (Nevermannia) bicornis* Dorogostaisky, Rubtsov & Vlasenko, 1935, *Simulium (Nevermannia) costatum* Friedrichs, 1920, *Simulium (Simulium) rostratum* (Lundström, 1911), *Simulium (Hellichiella) dogieli* (Rubtsov, 1956) ja *Simulium (Simulium) tumulosum* Rubtsov, 1956 puhul võib üldise levikuanalüüsi põhjal oletada, et need liigid esinevad ka Venemaa aladel, kuid erinevate autorite käsitletused seda selgesõnaliselt ei väida.

Kihulaste liike, kes elavad ühes või mitmes Eesti lähiriigis, on kokku 89 (tabel 2). Liiginimede andmed on läbinud ühtlustamise ehk esitatud on vaid valideeritud liiginimi.

Tabel 2. Eesti kihulaste nimestik naaberalade taustal. Eesti liigid on esitatud eelneva Tabeli 1 põhjal summeeritult. Naaberalade liigid on käsitletud järgnevate allikate põhjal: 1 – Scheder-Pichler & Scheder-Pichler (2012); 2 – Crosskey (2013); 3 – Adler (2020)

Liigi nimetus		Eesti	Läti			Rootsi		Venemaa		Leedu			Soome	
		Tabel 1	1	2	3	2	3	2	3	1	2	3	2	3
1	<i>Cnephia eremites</i> Shewell, 1952						+							+
2	<i>Cnephia pallipes</i> (Fries, 1824)					+	+		+			+	+	+
3	<i>Greniera brachiata</i> (Rubtsov, 1961)							+						
4	<i>Greniera ivanovae</i> (Ivashehenko, 1970)													+
5	<i>Helodon (Helodon) ferrugineus</i> (Wahlberg, 1844)	+				+	+		+				+	+
6	<i>Metacnephia bilineata</i> (Rubtsov, 1940)					+	+		+				+	+
7	<i>Metacnephia lyra</i> (Lundström, 1911)					+	+		+				+	+
8	<i>Metacnephia tredecimata</i> (Edwards, 1920)					+	+		+				+	
9	<i>Prosimulium latimucro</i> (Enderlein, 1925)					+								
10	<i>Simulium (Boreosimulium) annae</i> (Rubtsov, 1956)					?	?		+					
11	<i>Simulium (Boreosimulium) annulus</i> (Lundström, 1911)					+	+	+	+				+	+
12	<i>Simulium (Boreosimulium) baffinense</i> Twinn, 1936					+	+						+	
13	<i>Simulium (Boreosimulium) crassum</i> (Rubtsov, 1956)					+	+							+
14	<i>Simulium (Boophthora) erythrocephalum</i> (De Geer, 1776)	+		+	+	+	+		+	+	+	+	+	+
15	<i>Simulium (Byssodon) maculatum</i> (Meigen, 1804)	+							+		+	+		
16	<i>Simulium (Eusimulium) angustipes</i> Edwards, 1915				+	+	+		+				+	+
17	<i>Simulium (Eusimulium) argentipile</i> (Rubtsov, 1962)					?	?		+					
18	<i>Simulium (Eusimulium) aureum</i> Fries, 1824	+	+	+	+	+	+		+		+	+	+	+
19	<i>Simulium (Eusimulium) rubzovianum</i> (Sherban, 1961)													+
20	<i>Simulium (Eusimulium) silvaticum</i> (Rubtsov, 1962)					?	?		+					

Liigi nimetus		Eesti	Läti			Rootsi		Venemaa		Leedu			Soome	
		Tabel 1	1	2	3	2	3	2	3	1	2	3	2	3
21	<i>Simulium (Hellichiella) dogieli</i> (Rubtsov, 1956)					+	+				+	+	+	+
22	<i>Simulium (Hellichiella) tsheburovae</i> (Rubtsov, 1956)					+	+						+	
23	<i>Simulium (Hellichiella) latipes</i> (Meigen, 1804)	+		+	+	+	+		+					+
24	<i>Simulium (Hellichiella) usovae</i> (Golini, 1987)						+							+
25	<i>Simulium (Nevermannia) angustitarse</i> (Lundström, 1911)	+		+	+	+	+		+		+	+	+	+
26	<i>Simulium (Nevermannia) beltukovae</i> (Rubtsov, 1956)						+		+				+	+
27	<i>Simulium (Nevermannia) bertrandi</i> Grenier & Dorier, 1959								+					
28	<i>Simulium (Nevermannia) bicornis</i> Dorogostaisky, Rubtsov & Vlasenko, 1935			+	+	+	+							+
29	<i>Simulium (Nevermannia) brevidens</i> (Rubtsov, 1956)											+		
30	<i>Simulium (Nevermannia) costatum</i> Friedrichs, 1920		+	+	+	+	+							
31	<i>Simulium (Nevermannia) curvans</i> (Rubtsov & Carlsson, 1965)				+	+	+	+	+				+	+
32	<i>Simulium (Nevermannia) cryophilum</i> (Rubtsov, 1959)	+	+	+	+	+	+		+				+	+
33	<i>Simulium (Nevermannia) dendrofilum</i> (Patrusheva, 1962)					+	+							+
34	<i>Simulium (Nevermannia) fontinale</i> Radzivilovskaya, 1948					?								+
35	<i>Simulium (Nevermannia) fuscipes</i> (Fries, 1824)						+							
36	<i>Simulium (Nevermannia) juxtacrenobium</i> Bass & Brockhouse, 1990						+							+
37	<i>Simulium (Nevermannia) lundstromi</i> (Enderlein, 1921)	+		+	+		+		+		+	+		+
38	<i>Simulium (Nevermannia) naturale</i> Davies, 1966	+										+		
39	<i>Simulium (Nevermannia) silvestre</i> (Rubtsov, 1956)					+	+						+	+
40	<i>Simulium (Nevermannia) urbanum</i> Davies, 1966					+	+							

Liigi nimetus		Eesti	Läti			Rootsi		Venemaa		Leedu			Soome	
		Tabel 1	1	2	3	2	3	2	3	1	2	3	2	3
41	<i>Simulium (Nevermannia) verum</i> Macquart, 1826	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+
42	<i>Simulium (Prosimulium) hirtipes</i> (Fries, 1824)		+		+	+	+		+				+	+
43	<i>Simulium (Prosimulium) luganicum</i> Rubtsov, 1956			+	+	+	+	+	+				+	+
44	<i>Simulium (Prosimulium) macropyga</i> (Lundström, 1911)					+	+	+					+	+
45	<i>Simulium (Prosimulium) rufipes</i> (Meigen, 1830)				+									
46	<i>Simulium (Prosimulium) ursinum</i> (Edwards, 1935)					+	+	+					+	+
47	<i>Simulium (Prosimulium) ventosum</i> Rubtsov, 1956						+							+
48	<i>Simulium (Schoenbaueria) nigrum</i> (Meigen, 1804)								+					
49	<i>Simulium (Schoenbaueria) pusillum</i> Fries, 1824	+	+	+	+	+	+		+			+	+	+
50	<i>Simulium (Schoenbaueria) subpusillum</i> Rubtsov, 1940					+	+		+				+	+
51	<i>Simulium (Simulium) abbreviatum</i> Rubtsov, 1957								+					
52	<i>Simulium (Simulium) annulitarse</i> Zetterstedt, 1838					+	+		+					+
53	<i>Simulium (Simulium) argyreatum</i> Meigen, 1838	+				+	+						+	+
54	<i>Simulium (Simulium) bronchiale</i> (Rubitsov, 1962)								+					
55	<i>Simulium (Simulium) cholodkovskii</i> Rubtsov, 1940								+					
56	<i>Simulium (Simulium) decimatum</i> Dorogostaisky, Rubtsov & Vlasenko, 1935								+					
57	<i>Simulium (Simulium) frigidum</i> Rubtsov, 1940					+	+		+			+	+	+
58	<i>Simulium (Simulium) fuscum</i> (Rubitsov, 1963)								+					
59	<i>Simulium (Simulium) intermedium</i> Roubaud, 1906					+	+				+	+		+
60	<i>Simulium (Simulium) janzeni</i> Enderlein, 1922			+	+									
61	<i>Simulium (Simulium) laplandicum</i> (Chubareva & Yankovsky, 1992)							+						
62	<i>Simulium (Simulium) longipalpe</i> Beltyukova, 1955					+	+	+	+		+	+	+	+

Liigi nimetus		Eesti	Läti			Rootsi		Venemaa		Leedu			Soome	
		Tabel 1	1	2	3	2	3	2	3	1	2	3	2	3
63	<i>Simulium (Simulium) lugense</i> Yankovsky, 1996								+					
64	<i>Simulium (Simulium) monticola</i> Friedrichs, 1920					+	+		+					+
65	<i>Simulium (Simulium) morsitans</i> Edwards, 1915	+	+	+	+	+	+		+		+	+	+	+
66	<i>Simulium (Simulium) murmanum</i> Enderlein, 1935					+	+	+	+				+	+
67	<i>Simulium (Simulium) noelleri</i> Friederichs, 1920	+	+	+	+	+	+		+	+		+	+	+
68	<i>Simulium (Simulium) ornatum</i> Meigen, 1818	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+
69	<i>Simulium (Simulium) paramorsitans</i> Rubtsov, 1956	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+		+
70	<i>Simulium (Simulium) posticatum</i> Meigen, 1838	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
71	<i>Simulium (Simulium) promorsitans</i> Rubtsov, 1956								+			+		
72	<i>Simulium (Simulium) reptans</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
73	<i>Simulium (Simulium) rostratum</i> (Lundström, 1911)			+	+	+	+				+	+	+	+
74	<i>Simulium (Simulium) rotundatum</i> (Rubtsov, 1956)					+	+	+	+					
75	<i>Simulium (Simulium) shevtshenkovae</i> Rubtsov, 1965								+					
76	<i>Simulium (Simulium) splendidum</i> Rubtsov, 1940													
77	<i>Simulium (Simulium) rubtzovi</i> Smart, 1945					+	+		+					+
78	<i>Simulium (Simulium) zetterstedti</i> Carlsson, 1962					+	+							
79	<i>Simulium (Simulium) transiens</i> Rubtsov, 1940				+	+	+	+	+				+	+
80	<i>Simulium (Simulium) trifasciatum</i> Curtis, 1839											+		
81	<i>Simulium (Simulium) truncatum</i> (Lundström, 1911)	+				+	+	+				+	+	+
82	<i>Simulium (Simulium) tuberosum</i> (Lundström, 1911)					+	+	+	+			?	+	+
83	<i>Simulium (Simulium) variegatum</i> Meigen, 1818					+	+							
84	<i>Simulium (Simulium) tumulosum</i> Rubtsov, 1956					+	+	+					+	+
85	<i>Simulium (Simulium) vulgare</i> (Dorogostaisky, Rubtsov & Vlasenko, 1935)			+	+	+	+		+					+

Liigi nimetus		Eesti	Läti			Rootsi		Venemaa		Leedu			Soome	
		Tabel 1	1	2	3	2	3	2	3	1	2	3	2	3
86	<i>Simulium (Wilhelmia) balcanicum</i> (Enderlein, 1924)								+		?	?		
87	<i>Simulium (Wilhelmia) equinum</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+
88	<i>Simulium (Wilhelmia) lineatum</i> (Meigen, 1804)		+	+	+	+	+		+			+		
89	<i>Stegopterna trigonium</i> (Lundström, 1911)			+	+	+	+		+				+	+
	Kokku	20	28			63		60		26			58	

4. ARUTELU

Kokku on Eestis 20 liiki kihulasi, 2 perekonnast ja 9 alamperekonnast, mida on vähem kui lähiriikides. Eesti kihulaste liigilist koosseisu võrreldi piirnevate lähiriikidega: Lätiga lõunas, Venemaaga (Pihkva ja Leningradi oblastid) idas ja Soomega põhjas. Lisaks on Põhja-Balti regioonist võetud analüüsi Leedu ja Rootsi (Tabel 2). Naaberaladest on suurima liigirikkusega Rootsi (63 liiki), väikseimaga Leedu (26 liiki).

Kihulaste liigiline koosseis Eestis sarnaneb lähiriikide kooslustega, samas on seniste levikuandmete alusel *S. (B.) maculatum* Eestis oma leviku põhjapiiril ja liigid *S. (S.) argyreatum* ja *H. (H.) ferrugineus* oma leviku lõunapiiril.

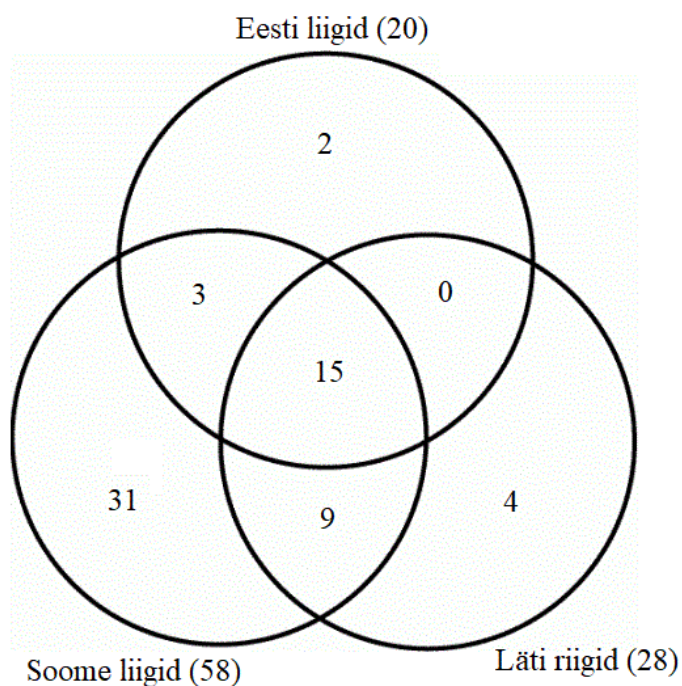
Tabelist 2 nähtub, et Balti riikides on liikide arv võrreldes teiste lähiriikidega sarnasel tasemel, jäädes vahemikku 20–28 liiki, kuid Eestis on kõige vähem liike. Balti riikide sarnane liigirikkus võib tuleneda geograafilisest paiknemisest ja sarnasest kliimast ning riikide küllaltki väikesest pindalast. Kõik kolm Balti riiki kokku isegi ei moodusta nii suurt ala kui teised lähiriigid omaette. Soome, Rootsi ja Venemaa kihulaste mitmekesisus on oluliselt kõrgem, kuid sarnane, jäädes vahemikku 58–62 liiki. Nende kõrge liigirikkus tuleneb tõenäoliselt suurest pindalast, mis pakub oluliselt rohkem võimalusi sobivatele biotoopidele, erinevate kliimavöötmete olemasolust (nii parasvöötme kui tundra liigid) kui ka põhjalikumast uuritusest.

Kui võrrelda Eesti ja lähialade kihulaste liigirikkust ühiste kihulaste liikide põhjal (Tabel 3), siis selgub, et Eestil on kõige vähem ühiseid kihulaste liike. Iga analüüsitud lähiriigiga on liike küllaltki sarnases vahemikus ehk 15–18 liiki. Leedul on ühiseid liike naaberaladega Eestist veidi rohkem, vahemikus 15–21 liiki, enim on ühiseid liike Rootsiga. Läti ühiste liikide arvukus jääb vahemikku 15–26 liiki, enim ühiseid liike on samuti Rootsiga. Kõikide Balti riikide puhul jääb silma, et ühiseid liike on vähem omavahel ning rohkem Rootsi, Soome ja Venemaaga, mis tuleneb viimaste kõrgemast liigirikkusest. Venemaal on ühiseid liike vahemikus 18–43. Soomel ja Rootsil võrdselt 18–55 liiki lähialadega. Igal lähiriigil on kõige rohkem ühiseid liike Rootsiga ja kõige vähem Eestiga, mis tulenebki kummagi riigi üldisest kihulaste kihulaste liigilisest mitmekesisusest.

Tabel 3. Eesti ja lähiriikide ühiste kihulaste liikide arvukus

	EESTI	LÄTI	LEEDU	VENEMAA	SOOME	ROOTSI
EESTI		15	15	18	18	18
LÄTI	15		15	23	24	26
LEEDU	15	15		20	20	21
VENEMAA	18	23	20		41	43
SOOME	18	24	20	41		55
ROOTSI	18	26	21	43	55	

Kui võrrelda Eesti liike Läti ja Soome liikidega (joonis 11), siis selgub, et kõigil kolmel riigil on ühiseid liike 15. Joonisel 12 esitatud valimile ainuomaseid liike on igas riigis: Eestil 2, Lätil 4 ja Soomel 31.



Joonis 12. Venni diagramm Eesti, Läti ja Soome kihulaste liigirikkusest (autori joonis).

Tänu naaberriikide kihulaste liigilise koosseisu analüüsile on võimalik leida potentsiaalseid Eestis levivaid liike. Liike, kes esinevad vähemalt neljas lähiriigis võib pidada oma laia areaali tõttu potentsiaalselt ka Eestis esinevateks liikideks (Tabel 4). Seega võib oletada, et kihulaste liigirikkus Eestis küünib 30 liigini.

Tabel 4. Kihulaste liigid, kes esinevad vähemalt neljas Eesti lähiriigis. Liikide detailne levik lähiriikides on esitatud tabelis 3

	Liigi nimetus
1	<i>Cnephia pallipes</i> (Fries, 1824)
2	<i>Simulium (Eusimulium) angustipes</i> Edwards, 1915
3	<i>Simulium (Nevermannia) curvans</i> (Rubtsov & Carlsson, 1965)
4	<i>Simulium (Prosimulium) luganicum</i> Rubtsov, 1956
5	<i>Simulium (Simulium) frigidum</i> Rubtsov, 1940
6	<i>Simulium (Simulium) longipalpe</i> Beltyukova, 1955
7	<i>Simulium (Simulium) rostratum</i> (Lundström, 1911)
8	<i>Simulium (Simulium) rostratum</i> (Lundström, 1911)
9	<i>Simulium (Simulium) transiens</i> Rubtsov, 1940
10	<i>Simulium (Simulium) vulgare</i> (Dorogostaisky, Rubtsov & Vlasenko, 1935)
11	<i>Simulium (Wilhelmia) lineatum</i> (Meigen, 1804)

Võrreldes Remmi (1955, 1959) ja Maavara (1956) andmetega, on praeguseks teada Eestis 5 uut liiki kihulasi: *H. (H.) ferrugineus*, *S. (N.) cryophilum*, *S. (N.) naturale*, *S. (N.) verum*, *S. (S.) paramorsitans*. Uuimate allikate (Adler, 2020; Crosskey, 2013) andmed ei ole kinnitanud samuti 5 liigi olemasolu, keda on käsitlenud Remm (1955, 1959) ja Maavara (1956): *S. (B.) maculatum*, *S. (S.) argyreatum*, *S. (S.) reptans*, *S. (S.) truncatum*, *S. (W.) equinum*. Muutused liikide käsitlemisel ja/või levikus võivad olla tingitud nii ebapiisavast informatsioonist ja uuritusest kui ka kliimamuutustest. Praegusel hetkel puudub liikide olemasolu kohta piisavalt tõendatud materjali ning seetõttu oleks vaja Eesti kihulasfauna mõistmiseks põhjalikumaid uuringuid ja analüüse. Need kätkeksid kihulaste püüke üle kogu Eesti: erinevates piirkondades ning mitmel järjestikusel aastal. Naaberalade fauna analüüsi tulemusel võib oletada, et vähemalt üks kolmandik liikidest on Eestis veel siiani sedastamata.

Töö autor leiab, et oleks vaja lähemalt uurida Eestis levivaid kihulaste liike, et teada saada, kas ja missuguseid haigustekitajaid nii inimestele kui koduloomadele kihulased Eestis levitada võivad ning millistel tingimustel võib aset leida kihulaste massiline rünnak kariloomadele. Oluline on ka mõista, et seoses kliimamuutustega võib sinne kihulaste fauna muutuda ning seetõttu tuleks analüüsida põhjalikumalt ka lähipiirkondade kihulasliikide levikumustreid ning nende levitatavaid haigustekitajaid, vältimaks haiguspuhanguid.

KOKKUVÕTE

Kihulased (*Simuliidae*) on suhteliselt väike putukate sugukond kahetiivaliste (*Diptera*) seltsis sääseliste (*Nematocera*) alamseltsis. Üle kogu maailma on teada vähemalt 2000 liiki, esinedes kõikidel mandritel peale Antarktika. Kõige rikkalikum fauna on Palearktises.

Kihulased on suureks nuhtluseks nii inimestele kui loomadele, põhjustades märkimisväärset majanduslikku kahju suurte parvede moodustumise ja vere söömise tõttu. Ulatuslike rünnakute korral võivad nad põhjustada kariloomade massilist suremust tänu toksilisele süljele, mistõttu nende vastu kasutatakse teatud piirkondades ka tõrjet. Tänapäeval on selleks Põhja-Ameerikas ja Euroopas looduslikult esinev bakter *Bacillus thuringiensis* 'e tüve *israelensis* (Bti). Vere söömise ajal võivad kihulased levitada ka erinevaid haigustekitajaid. Näiteks ümarussid *Onchocerca* perekonnast võivad põhjustada inimestele jõepimedust ehk onkotserkoosi. Suurbritannias on tõestatud, et *O. gutturosa* 't võib kariloomadele edukalt levitada ka *Simulium* (*Simulium*) *ornatum* Meigen, 1818, liik, kes on levinud ka Eestis. Lisaks võivad kihulased levitada erinevaid algloomi, viiruseid, baktereid ja ümarusse, põhjustades filariaasi, tulareemiat, Siberi katku, tatitaudi ja leepprat. Inimeste seisukohalt on kihulased saanud laia negatiivse tähelepanu osaliseks, kuid ökosüsteemides on neil olulisi rolle täita. Kihulaste vastsed töötlevad orgaanilist ainet lootilistes kooslustes ning tundlikkuse tõttu sobivad osad liigid veekvaliteedi indikaatoriteks. Lisaks on nad toiduks paljudele teistele organismidele.

Eesti kohta on olnud varasemalt teada vaid üksikud käsikirjad, raamatupeatükid ja artiklid, kus mainiti kihulaste liike (Remm 1955, 1959; Maavara 1956), puudus summeeritud kaasaegne liiginimestik. Lisaks puudus eestikeelne põhjaliku käsitlusega kirjandus kihulaste morfoloogiast ja bioloogiast ning eesti liikidel põhinev määramistabel.

Selleks, et teada saada Eestis levinud kihulasliike, viis töö autor läbi uuringu erinevate kirjandusallikate ja andmebaaside põhjal, millest selgus, et Eestis on kokku 20 liiki kihulasi 2 perekonnast ja 9 alamperekonnast. Lisaks võrreldi Eesti liigilist koosseisu lähiriikide (Läti, Leedu, Rootsi, Soome ja Venemaa) omaga, mille tulemusena selgus, et liike, keda ametlike andmete kohaselt Eestis ei esine, aga kes elavad vähemalt neljas naaberriigis, on 11.

Naaberalade fauna analüüsi tulemusel võib oletada, et vähemalt üks kolmandik liikidest on Eestis veel siiani sedastamata. Kihulaste liigiline koosseis Eestis sarnaneb lähiriikide kooslustega, aga on liike, kelle jaoks on siin levikupiir. Lisaks tegeles töö autor laboratoorselt Heli Kiriku 2018. aastal püütud ja sügavkülmutatuna säilitatud kihulaste valmikutega ning määras neid, et koostada kihulaste morfoloogilist ülevaadet ja illustreerida tööd fotodega. Laboratoorne töö leidis aset EMÜ elurikkuse ja loodusturismi õppetooli laboratooriumis. Töö käigus koostati eestikeelne emaste valmikute määramistabel alamperekondade tasemeni, milleks kasutati erinevate autorite (Davies (1966), Rubtsov (1990), Jedlička & Stloukalová (1997)) koostatud määramisjuhendeid.

Töö autor leiab, et tulevikus oleks kindlasti vaja põhjalikumalt uurida Eestis levivaid kihulaste liike. Tuleks korraldada püüke üle kogu Eesti: erinevates piirkondades ning mitmel järjestikusel aastal, et koguda täiendavaid teadmisi, kas ja missuguseid haigustekitajaid kihulased Eestis levitada võivad ning millistel tingimustel võivad aset leida massilised rünnakud kariloomadele.

SUMMARY

Blackflies (*Simuliidae*) is a relatively small homogenous insect family of nematoceros Diptera. There are at least 2000 nominal species of blackflies worldwide, found on all continents except Antarctica. In fact, the Palearctic region has the richest blackfly fauna.

Blackflies cause serious economic and health problems in some regions, acting as a nuisance of human and livestock, as bloodsuckers, and vectors of some pathogens. Massive attacks by livestock pests have been known to cause mortality attributed to toxic shock from the salivary injections of that many bites. Currently the best remedy against blackflies in Europe and North-America is a naturally occurring bacteria *Bacillus thuringiensis* variety *israelensis* (Bti). Blackflies can transmit several pathogens during bloodsucking: these include viruses, bacteria, parasitic protozoa and nematodes of *Leucocytozoon* spp. These pathogens can cause human river blindness or onchocerciasis, livestock onchocerciasis, trypanosomiasis, tulaemia, Siberian ulcers, glanders, leprosy, plague and many other infectious diseases. In Britain, Steward (1937) showed that *Onchocerca gutturosa* could be successfully transmitted between cattle by the common blackfly *Simulium* (*Simulium*) *ornatum* Meigen, 1818. This species is also present in Estonia as well. From the human point of view, blackflies have garnered a fair amount of negative attention, but for the ecosystem as a whole, they are a key organism in both aquatic and terrestrial ecosystems. The immature stages process organic matter, but are also sensitive to anthropogenic inputs and are thus excellent barometers of water quality. Additionally blackflies provide food for another species.

Only a few incomplete manuscripts, book chapters and articles by Remm (1955, 1959) and Maavara (1956) from the middle of the last century have mentioned Estonian blackfly species. Even nowadays, there is no comprehensive list of our local blackfly species or general literature of blackfly morphology, anatomy and biology in the Estonian language, not to mention an identification key to Estonian subgenera.

This study, based on literature and databases, was conducted to sum and describe Estonian blackfly species. As a result of this work, it came to light that there are at least 20 species of

blackflies in 2 genera and 9 subgenera in Estonia. Additionally, the author of this work compared and analysed the various blackfly fauna of neighbouring countries (Latvia, Lithuania, Sweden, Finland and Russia) and found additional 11 species of blackflies, occurring in at least four of the different neighbouring countries, which could potentially be distributed in Estonia as well. According to the analysis of neighbouring countries, the author of this work can assume that one third of blackfly species in Estonia have not been discovered yet. Additionally, it was found that blackfly diversity in Estonia is generally similar to those of neighbouring countries, but there are a few species whose distribution ends in Estonia due to the geographical location. A chapter on blackfly morphology was illustrated mostly with photographs made by author of this work, collected in 2018 by Heli Kirik. Blackflies were identified for illustrations and morphological overview in the laboratory of Estonian University of Life Sciences of the Chair of Biodiversity and Nature Tourism. During the creation of this work, a species identification key of Estonian adult female blackflies was compiled to 8 subgenera which consisted several authors like Davies (1966), Rubtsov (1990) and Jedlička & Stloukalová (1997).

The author of this bachelor's thesis finds that there is a need for an exhaustive blackfly specific study. Blackflies should be collected in several consecutive years in different regions of Estonia, to better understand the distribution and interactions between Estonian blackfly species and the pathogens they carry. Additionally, more information should be gathered to predict the causes of potential massive blackfly attacks on livestock.

TÄNUAVALDUSED

Töö autor tänab juhendajaid Heli Kirikut ja Olavi Kurinat suure toetuse, meeldiva koostöö, ja kasulike nõuannete eest. Samuti tänab autor Kaia Rosinat, kes aitas keeleteoimetamisega ning kõiki teisi, kes olid abiks ja toeks töö valmimisel.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Adler, P. H. (2020). *World Blackflies (Diptera: Simuliidae): A Comprehensive Revision of the Taxonomic and Geographical Inventory [2020]*. Department of Plant and Environmental Sciences, Clemson University, Clemson, South Carolina 29634-0310, USA. 142 pp.
- Adler, P. H., Currie, D. C., & Wood, D. M. (2004). *The Black Flies (Simuliidae) of North America*. NY: Cornell University Press, Ithaca. 941 pp.
- Aibulatov, S. V. (2009). *Bloodsucking dipterans (Diptera: Ceratopogonidae, Culicidae, Simuliidae, Tabanidae) of the Kurgala Peninsula, Leningrad Province*. Entomological Review, Vol. 89(6). 645–658 pp. Allikas: <https://link.springer.com/article/10.1134/S0013873809060037>
- Baker, J. A. (1958). *Leucocytozoon spp. in some Hertfordshire birds*. Nature, 181(4603). 205 p.
- Bennett, G. F., & Fallis, A. M. (1960). *Blood Parasites of Birds in Algonquin Park, Canada, and a Discussion of Their Transmission*. Canadian Journal of Zoology, 38(2). 261-273 pp.
- Borkent, A., & Jt. (2018). *Remarkable fly (Diptera) diversity in a patch of Costa Rican cloud forest: Why inventory is a vital science*. Zootaxa, vol. 4402, no. 1. 53-90 pp. Allikas: DOI: 10.11646/zootaxa.4402.1.3
- Crosskey, R. W. (1969). *A re-classification of the Simuliidae (Diptera) of Africa and its islands*. (Suppl. 14). 1-195 pp. Allikas: <https://www.biodiversitylibrary.org/page/40874832#page/1/mode/1up>
- Crosskey, R. W. (1990). *The Natural History of Blackflies*. John Wiley & Sons Ltd. 711 pp.
- Crosskey, R. W. (1987). *A taxa summary for the Simulium damnosum complex, with special reference to distribution outside the control areas of West Africa*. Annals of Tropical Medicine and Parasitology 81(2). 181-192 pp.
- Crosskey, R. W. (2013). *Fauna-Europaea: Simuliidae*. In: Pape, T. & Peuk, P. (2013) Fauna Europaea: Diptera. Fauna Europaea version 2017.06, <https://fauna-eu.org>. (17.05.2021).
- Crosskey, R. W., & Taylor, B. J. (1986). *Fossil blackflies from Pleistocene interglacial deposits in Norfolk, England (Diptera: Simuliidae)*. Systematic Entomology 11(4). 401-412 pp. Allikas: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3113.1986.tb00530.x>
- Currie, D. C., & Adler, P. H. (2007). *Global diversity of black flies (Diptera: Simuliidae) in freshwater*. Hydrobiologia (2008) 595: 469–475 pp.

- Currie, D. C., & Rivera, J. (2009). *Identification of Nearctic black flies using DNA barcodes (Diptera: Simuliidae)*. Volume 9, Issue s1, Special Issue: Special Issue on Barcoding Life. 224-236 pp. Allikas: <https://doi.org/10.1111/j.1755-0998.2009.02648.x>
- Davies, L. (1966). *The Taxonomy of British Black-flies (Diptera: Simuliidae)*. Department of Zoology, University of Durham. 413-506 pp.
- Eesti Põllumajandusministeerium. (2005). *Ministeerium hoiatab kihulaste rünnaku eest*. Delfi. Allikas: <https://www.delfi.ee/artikkel/10514170/ministeerium-hoiatab-kihulaste-runnaku-eest> (17.05.2021)
- Elkington, J. S., Healy, W. M., Buonaccorsi, J., & Boettner, G. (1996). *Interactions Among Gypsy Moths, White-footed Mice, and Acorns*. Ecology 77(8). 2332–2342 pp. Allikas: https://www.researchgate.net/publication/221958802_Interactions_Among_Gypsy_Moths_White-footed_Mice_and_Acorns
- Erwin, T. R. (2004). *The biodiversity question: how many species of terrestrial arthropods are there?*. In M. D. Lowman and H.B. Rinker (eds.): Forest Canopies. 2nd Edition. Elsevier Academic Press, Burlington, MA. 259–269 pp. Allikas: doi:10.1016/B978-012457553-0/50019-8
- Etya'alé, D. (2001). *Vision 2020: Update on Onchocerciasis*. Community Eye Health, 14(38). 19-21 pp. Allikas: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1705929/>
- Etya'alé, D. (2002). *Eliminating onchocerciasis as a public health problem: the beginning of the end*. British Journal of Ophthalmology, 86(8), 844-846 pp. Allikas: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12140199/>
- GBIF.org. (2021) *GBIF Home Page*. Allikas: Available from: <https://www.gbif.org> (27.04.2021)
- Hammond, P. (1992). *Species inventory*. In B. Groombridge (ed.). In Global Biodiversity. Status of the Earth's Living Resources. A Report Compiled by the World Conservation Monitoring Centre. Chapman and Hall, London. 17-39 pp. Allikas: doi:10.1007/978-94-011-2282-5_4
- Hebert, P. D., Cywinska, A., Ball, S. L., & deWaard, J. R. (2003). *Biological identifications through DNA barcodes*. Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences, 270(1512). 313-321 pp. Allikas: doi:10.1098/rspb.2002.2218. ISSN 1471-2954.
- Ilmonen, J., Adler, P. H., Malmqvist, B., & Cywinska, A. (2009). *The Simulium vernum group (Diptera: Simuliidae) in Europe: multiple character sets for assessing species status*. Zoological Journal of the Linnean Society, 156(4). 847-863 pp.
- Jedlička, L., & Stloukalová, V. (1997). 2.20. *Family Simuliidae*. In: Papp, L. & Darvas B. (Eds.) Contribution to a Manual of Palaearctic Diptera. Volume 2. Nematocera and Lower Brachycera. Budapest: Science Herald. 329 – 347 pp.
- Jürivete, U., Kurina, O., Soon, V., Süda, I., Tammaru, T., & Tarlap, P. (2009). *Tegevusplaan looduskaitseks oluliste ning Eestis vähe uuritud putukarühmade uurimiseks. 2008. a*

- looduskaitse programmi projekt 97 "Looduskaitseolulistele, kuid väheuuritud looma-, taime- ja seenerühmade levik, seisund ja ohustatus". Lõpparuanne. Tartu.*
- Kurina, O. (2012). *Kahetiivaliste uuritusest ja uurimisest*. Eesti Looduseuurijate Seltsi aastaraamat, nr 86. 245-247 lk.
- Kurina, O. (2019). *Liigikaitse Eesti ajateljel*. (T. Kull, Toim.) Tartu: Eesti Loodusfoto. 26-31 lk.
Allikas: <https://infoleht.keskkonnainfo.ee/GetFile.aspx?id=707644898>
- Lehane, M. J., & Lehane, M. (2005). *The biology of bloodsucking insects*. Cambridge University Press. 3-4 pp.
- Liebhold, A., Elkinton, J., Williams, D., & Muzika, R.-M. (2000). *What causes outbreaks of the gypsy moth in North America?* Population Ecology 42(3). 257-266 pp. Allikas: <https://link.springer.com/article/10.1007/PL00012004>
- Maavara, V. (1956). *Noore entomoloogi käsiraamat*. Tallinn: Eesti Riiklik Kirjastus. 276 lk.
- Majer, J. D. (1987). *The Conservation and Study of Invertebrates in Remnants of Native Vegetation*. In D.A. Saunders, G. W. Arnold, A. A. Burbridge and A. J. M. Hopkins (eds). Nature Conservation: the Role of Remnants of Native Vegetation. Surrey Beatty and Sons, Sydney. 333-335 pp. Allikas: https://www.researchgate.net/profile/Jonathan-Majer/publication/45636061_The_conservation_and_study_of_invertebrates_in_remnants_of_native_vegetation/links/57507fa208ae1f765f93751c/The-conservation-and-study-of-invertebrates-in-remnants-of-native-vegetati
- Malmqvist, B., Adler, P. H., Kuusela, K., Merritt, R. W., & Wotton, S. R. (2004). *Black flies in the boreal biome, key organisms in both terrestrial and aquatic environments: a review*. Écoscience 11(2). 187-200 pp.
- Malmqvist, B., Wotton, R. S., & Zhang, Y. (2001). *Suspension feeders transform massive amounts of seston in large northern rivers*. Oikos 92(1). 35-43 pp.
- May, R. M. (1990). *How many species?*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences, 330(1257). 293-304 pp. Allikas: <http://www.ask-force.org/web/BiodiversityAgri/May-How-many-Species-1990.pdf>
- NBN Atlas. (2021). *NBN Atlas website*. Allikas: <http://www.nbnatlas.org> (27.04.2021)
- Nwabuibe, C. (2014). *DDT Use in Africa and sub-Saharan countries*. Conference: Scholar Discussion paper. At: Walden University Online Learning- Ph. D., student- public health sciences. Volume: v1, 2014. Allikas: DOI:10.13140/2.1.4113.7281
- Pichler-Scheder, C., & Pichler-Scheder, M. (2009). *Contribution to the knowledge of the blackfly fauna*. Acta Zoologica Lituanica, 19(1). 68-75 pp.
- PlutoF. (2017). *Natural History Museum, University of Tartu*. Version 1.18. Occurrence Dataset <https://doi.org/10.15156/bio/587444> accessed via GBIF.org on 2021-05-11. (11.05.2021)

- Ratnasingham, S., & Hebert, P. D. (2007). *BOLD: The Barcode of Life Data System* (www.barcodinglife.org). Canadian Centre for DNA Barcoding, Biodiversity Institute of Ontario, University of Guelph, Guelph, ON, Canada N1G 2W1. Allikas: doi: 10.1111/j.1471-8286.2006.01678.x.
- Remm, H. (1955). *Eesti NSV verdimevate kahetiivaliste fauna. Vätekiri*. Tartu Riiklik Ülikool. lk 54-59.
- Remm, H. (1959). *Entomoloogiline kogumik I*. Tartu: Eesti NSV Teaduste Akadeemia Zooloogia ja Botaanika Instituut. lk 107.
- Remm, H. (Toim.). (1984). *Loomade elu 3.köide selgrootud III*. Tallinn: Valgus. lk 367-369.
- Resh, V., & Cardé, R. (Toim-d). (2009). *Encyclopedia of Insects 2nd Edition*. Academic Press. 1168 pp.
- Rodhain, F. (2015). *Insects as vectors: systematics and biology*. Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics), 34(1), Paris. 83-96 pp. Allikas: <http://boutique.oie.int/extrait/06rodhain8396ang.pdf>
- Rubtsov, I.A. & Yankovsky, A.V. (1984). *Key to the genera of Palaearctic blackflies*. Opredeliteli po Faune SSSR, 142, 1–175 pp.
- Rubtsov, I. A. (1990). *Blackflies (Simuliidae)*. New Delhi: Oxonian Press Pvt. Ltd., Translator: Dr. B.R. Sharma. 1042 pp.
- Ruiz-Arrondo, I., Hernández-Triana, L. M., Ignjatović-Ćupina, A., Nikolova, N., Rodríguez-Pérez, M., Oteo, J. A., . . . Garza-Hernández, J. A. (2018). *DNA barcoding of blackflies (Diptera: Simuliidae) as a tool for species identification and detection of hidden diversity in the eastern regions of Spain*. Parasites & Vectors 11(1), Article number: 463. Allikas: <https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13071-018-3046-7>
- Rutley, M. S. (2000). *Black Fly Control, the Adirondack Way*. Adirondack Journal of Environmental Studies, 7(2), 6. 17-22 pp. Allikas: <https://digitalworks.union.edu/ajes/vol7/iss2/6>
- Saluri, I. (02. 06 2005. a.). *Eesti lõuna- ja kagupiirkonnast on saabunud teateid kihulaste rünnakutest*. Allikas: Maaeluministeerium: <https://www.agri.ee/et/uudised/eesti-louna-ja-kagupiirkonnast-saabunud-teateid-kihulaste-runnakutest>
- Scudder, G. G. (2017). *The Importance of Insects*. Department of Zoology, University of British Columbia, Vancouver, British Columbia, Canada: Insect Biodiversity: Science and Society, Volume I, Second Edition. Edited by Robert G. Foottit and Peter H. Adler. 9-43 pp.
- Steward, J. S. (1937). *The occurrence of Onchocerca gutturosa Neumann in cattle in England, with an account of its life history and development in Simulium ornatum Mg*. Parasitology, 29(2). 212-219 pp.

- Stork, N. E. (1988). *Insect diversity: facts, fiction and speculation*. Biological Journal of the Linnean Society 35. 321-337 pp..
- Stork, N. E. (1993). *How many species are there?* Biodiversity Division, Entomology Department, The Natural History Museum, Cromwell Road, London SW7. Biodiversity and Conservation 2. 215-232 pp.
- Timm, H. (2015). *Eesti sisevete suurselgrootute määraja*. . Tartu, ISBN 978-9949-536-96-2, Eesti Maaülikool. lk 322-365.
- Wiegmann, B. M., & Yeates, D. K. (2017). *Phylogeny of Diptera*. In: Kirk-Spriggs, A.H. & Sinclair, B.J.(Eds.) Manual of Afrotropical Diptera. Vol. 1. Sanbi, Pretoria. 253–265 pp.
- Zwick, H., & Crosskey, R. W. (1981). *The taxonomy and nomenclature of the blackflies (Diptera: Simuliidae) described by J. W. Meigen*. Aquatic Insects 2. 129-173 pp.

Lihthitsents lõputöö salvestamiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks (avaldamise tähtajaline piirang) ning juhendajate kinnitus töö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, Gerda Kirs, 15.09.1995

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihthitsentsi) enda koostatud lõputöö „Kihulaste (Simuliidae) mitmekesisus Eestis“, mille juhendajad on Heli Kirik ja Olavi Kurina,

1.1 salvestamiseks säilitamise eesmärgil,

1.2 digitaalarhiivis DSpace lisamiseks

1.3 veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihthitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor _____

(allkiri)

Tartu, 24.05.2021

Juhendajate kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta.

Luban lõputöö kaitsmisele.

(juhendaja nimi ja allkiri) (kuupäev)

(juhendaja nimi ja allkiri) (kuupäev)